

UNDERSÖKNINGAR ÖFVER FYTOPLANKTON OCH UNDER
DEN PELAGISKA REGIONEN FÖRSIGGÅENDE GYTTJE-
OCH DYBILDNINGAR INOM VISSA SYD- OCH
MELLANSVENSKA URBERGSVATTEN

MIT EINER ZUSAMMENFASSUNG IN DEUTSCHER SPRACHE

AF

EINAR NAUMANN

MED 7 TAFLOK OCH 21 TEXTFIGURER

MEDDELAD DEN 7. JUNI 1916 AF O. NORDSTEDT OCH S. MURBECK

STOCKHOLM

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN

R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

UNDERSÖKNINGAR ÖFVER FYTOPLANKTON OCH UNDER
DEN PELAGISKA REGIONEN FÖRSIGGÅENDE GYTTJE-
OCH DYBILDNINGAR INOM VISSA SYD- OCH
MELLANSVENSKA URBERGSVATTEN

AKADEMISK AFHANDLING

SOM MED VEDERBÖRLIGT TILLSTÅND

FÖR ERHÅLLANDE AF FILOSOFISK DOKTORSGRAD

VID LUNDS UNIVERSITET

FRAMLÄGGES TILL OFFENTLIG GRANSKNING

Å BOTANISKA LABORATORIETS FÖRELÄSNINGSSAL

TORSDAGEN DEN 24 MAJ 1917 KL. 10 F. M.

AF

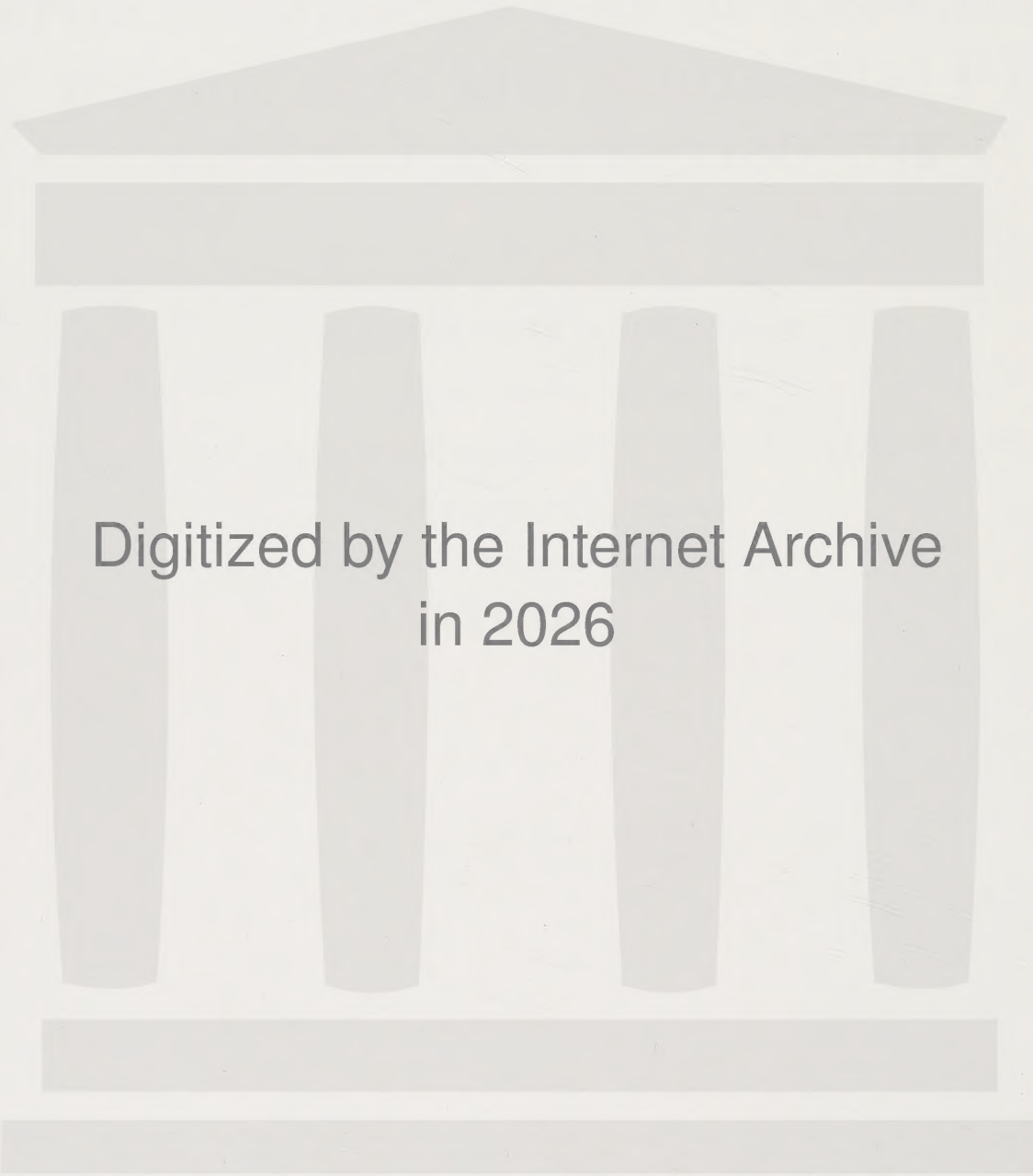
EINAR NAUMANN

FILOSOFIE LICENTIAT, LD.

*

UPPSALA 1917

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553402_0040

UNDERSÖKNINGAR ÖFVER FYTOPLANKTON OCH UNDER
DEN PELAGISKA REGIONEN FÖRSIGGÅENDE GYTTJE-
OCH DYBILDNINGAR INOM VISSA SYD- OCH
MELLANSVENSKA URBERGSVATTEN

MIT EINER ZUSAMMENFASSUNG IN DEUTSCHER SPRACHE

AF

EINAR NAUMANN



MED 7 TAFLOK OCH 21 TEXTFIGURER

MEDDELAD DEN 7. JUNI 1916 AF O. NORDSTEDT OCH S. MURBECK

STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1917

I det följande kommer jag att framlägga resultaten af vissa plankton-, gyttje- och dy-biologiska studier, hvarmed jag varit sysselsatt under de senaste åren. Jag inledde desamma redan sommaren 1910 med en del undersökningar på sjön Stråken vid Aneboda enligt gamla och allmänt vedertagna principer, men fann dock snart, att en närmare kännedom om dessa frågor — speciellt angående sambandet mellan botten och planktons beskaffenhet — näppeligen kunde vinnas förrän efter en ganska grundlig revision särskildt af bottenforskningens teknik, sådan den måste tillämpas för här föreliggande uppgifter. Några år senare ansåg jag mig ha ernått en preliminär lösning af vissa hithörande frågor och fick då, sommaren 1913, tillfälle att utföra det fältarbete, som ligger till grund för den första i det följande närmare framlagda undersökningsserien, från Kloten-området i Västmanland. Den vidare bearbetningen af detta material reste emellertid nya frågor, hvilkas närmare utredning syntes mig motivera såväl ett mera vidsträckt fältarbete på någon i viss mån likartad lokal som också en mera detaljerad utformning af de laboratorietekniska undersökningsmetoderna. Jag utvalde därför som arbetsfält (sommaren 1915) Aneboda-området i Småland och har sedermera också använt detta material för den afsedda utbyggnaden af de laboratorietekniska undersökningsmetoderna vid studier öfver hithörande frågor.

Afsikten med de undersökningar angående vissa syd- och mellansvenska urbergsvatten, hvaraf resultatet här framlägges, är i första hand att belysa sambandet mellan omgifningarnas beskaffenhet och planktons biologi å ena sidan samt å den andra sambandet mellan denna sistnämnda realitet och bottenens aflagringar. Då emellertid dessa studier till en väsentlig grad framförts enligt en annan undersökningsteknik än den härför sedvanliga, så har jag i det följande lagt ganska mycken vikt just vid de tekniska frågorna — i förhoppning att därigenom för kommande undersökningar ha åvägabragt en mera säker utgångspunkt än den, som en gång stod mig själf till buds. Det torde visserligen icke kunna förnekas, att den tekniska och allmänna afdelningen i det följande intager en väl dominerande plats; men det har synt mig vara af vikt att ändtligen en gång få till stånd en mera genomförd och öfversiktlig utredning af dessa frågor, hvilkas betydelse såväl vid hydrobiologens studier öfver sjöarnas nutida bottenaflagringar som också vid geologens undersökningar öfver forna tiders dy- och gyttjebildningar icke torde böra underskattas. Att publicera denna utredning just i det här föreliggande sambandet har synt mig så mycket mera berättigadt, som jag i den speciella afdelningen här har tillfälle att närmare belysa de

resultat, som på dessa till dels nya vägar ernåtts. Det ligger i sakens natur, att vissa upprepningar icke kunnat undvikas vid en framställning af denna art; men frånvaron af ett i erforderlig utsträckning sammanfattande arbete på detta område har direkt framtvingat en disposition sådan som den valda. — Afhandlingen förelåg i tryckfärdigt skick juni 1916; under den tid, som sedan dess förflutit, har det emellertid varit mig möjligt dels att hänsynstaga till senare (t. o. m. 1916) utkommen litteratur, dels också att i enstaka fall draga nytta af senare (sommaren 1916) vunna fälterfarenheter.

De undersökningar, hvilkas resultat här framläggas, ha — med större eller mindre afbrott — sysselsatt mig sedan 1910. En väsentlig del af fältarbetet har jag haft tillfälle att (1913) utföra såsom deltagare i en af K. Landtbruksstyrelsen bekostad fiskeribiologisk undersökning öfver vissa tjärnar inom Klotens kronopark. Det är mig ett stort nöje att här offentligen få uttala min synnerliga tacksamhet till byråchefen i K. Landtbruksstyrelsen, d:r OSC. NORDQVIST, äfvensom till Klotenundersökningarnas ledare, fiskeriintendenterna d:r T. FREIDENFELT och d:r G. SWENANDER för städse visadt förtroende och tillmötesgående. Talrika erfarenheter har jag vidare haft tillfälle att göra i samband med den utredning öfver svenska sjömalmer, hvarmed jag under de senaste åren varit sysselsatt, med understödd af S. G. U., hvars öfverdirektör d:r AXEL GAVELIN jag är mycken tack skyldig för det intresse han städse visat mig vid mina studier. En del af mina småländska plankton- och gyttjestudier ha väsentligen befordrats tack vare ett anslag från Lunds Botaniska Förenings jubileumsfond. Äfvenledes bör jag i detta sammanhang med synnerlig tacksamhet erkänna det stora tillmötesgående, som alltid visats mig af chefen för Aneboda biologiska station, kapten D. M. KLINGSPOR. Den närmare bearbetningen af materialet har verkställts på Botaniska Institutionen i Lund, hvars chefer, prof. d:r SV. MURBECK och H. NILSSON-EHLE, jag är mycken tack skyldig för den synnerliga frikostighet, hvarmed Institutionens resurser ställts till min disposition. Min förste rådgifvare i hydrobiologiska frågor, prof. d:r O. NORDSTEDT, har jag äfvenledes att betyga mitt värdsamma tack för den enastående välvilja, hvarmed han ställt sin rika personliga erfarenhet och sitt vidsträckta bibliotek till mitt förfogande.

Allmän del.

I. Undersökningsplan.

Vidsträckta delar af Sverige äro som bekant belägna inom det kalkfattiga urbergets områden. De talrika sjöar, som karakterisera dessa regioner äfven i deras mera sydliga utbredning, afvika redan vid första påseendet högst väsentligt från förhållandena i de trakter — delar af Norra Tyskland och Danmark — där eljest kunskapen om de smärre sjöarnas biologi närmare grundlagts. Redan omgifningen är här hos oss en annan — mossmarker eller steniga skogar mot odlade trakter — och sjöarna själfva erbjuda genom sina oftast ganska sterila stränder och sitt klara, ofta »mörka» vatten en slående kontrast mot Norra Tysklands och Östra Danmarks sjöar med deras ofta yppiga strandformation af högre växtlighet och med ett vatten, som långa tider igenom under den varmare årstiden lyser i den utpräglade vegetationsfärgningens rikligt nyanserade grönska. I jämförelse med dessa sistnämnda sjöar erbjuda alltså många syd- och mellansvenska urbergsvatten en ganska ödslig prägel — redan ett första ögonkast förråder de relativt arma produktionsbetingelser, som här måste vara grundläggande för vattnets lif. Den första orsaken till denna påfallande skillnad torde — som i det följande skall närmare diskuteras — till en väsentlig del ligga i biokemiska miljödifferenser af vidtgående art.

Det är med vissa af dessa syd- och mellansvenska urbergsvatten, som den här föreliggande undersökningen arbetar. Den väg, jag härvid inslagit, har varit jämförande plankton- och bottenstudier i afsikt att därmed såväl ernå en viss kännedom de planktologiska karaktärerna som ock att därjämte närmare belysa sambandet mellan planktons biologi och bottensedimentens art. Tydligen hade den första af dessa uppgifter kunnat ernå sin enklaste lösning, om årslånga planktonserier från samtliga lokaler stått till mitt förfogande: en katalogisering af profven, och frågan hade varit löst. Denna enkla utväg har emellertid icke varit mig möjlig, då jag i flera fall endast förfogar öfver enstaka planktonprof från af mig undersökta lokaler. Värdet af dylika prof kan öfverhufvud taget alltid diskuteras. Dock torde de i vissa fall kunna tillmätas en viss betydelse under den förutsättning, att de icke insamlats under en sådan period af vattnets lif, då planktonproduktionen — att döma af årslånga serieundersökningar i likartade vatten — visat sig erbjuda ett decideradt minimum. I och för sig vore emellertid äfven dylika prof alldeles otillräckliga såsom den enda

grundvalen för studier af denna art. Jag har därför äfven af denna orsak kombinerat den planktologiska undersökningen med studier öfver de pelagiskt bildade bottenaflagringarnas struktur och därur sökt rekonstruera planktonkalendern med hänsyn till skelettförande former. Då nu dessa senare — enligt i flera fall genomförda årslånga serier — till en icke oväsentlig del kulminera vid en vattentemperatur, som afsevärdt understiger sommarens maximum, så skulle deras betydelse för vattnets lif tydligen underskattas, om inga andra undersökningsmöjligheter förefunnos än just den planktologiska och om denna förlades till sommarmånaderna. Å andra sidan representerar just denna tid kulmen för vissa blågröna alger äfvensom *chlorophycéer* och *desmidiéer*, hvilkas närmare utveckling måste tillerkännas en afsevärd betydelse vid alla diskussioner af mera allmän natur. Angående dessa formers utvecklingsförhållanden kunna emellertid — vid mera medelmåttiga produktionshöjder — icke några som helst för dessa uppgifter användbara upplysningar vinnas genom en undersökning af de från den pelagiska regionen bildade bottenaflagringarnas mikrostruktur. Sålunda har det syns mig fullt berättigadt att i alla de fall, där jag endast kunnat arbeta med enstaka planktonprof, förlägga insamlingen häraf just till sommarmånaderna för att därigenom ernå en mera säker kunskap om de såsom indikatorer i flera hänseenden viktiga blågröna algernas, *chlorophycéernas* och *desmidiéernas* betydelse för vattnets lif, hvaremot jag ansett mig med väl så stor fördel kunna rekonstruera de skelettförande formernas roll ur bottenaflagringarnas mikrostruktur.

Som resultat af dessa studier skall alltså framgå såväl en serie upplysningar om de smärre syd- och mellansvenska urbergsvattnens allmänna biologi och planktologiska karakteristik som också angående bottenaflagringarnas växlande struktur; ett särskildt intresse kommer emellertid att ägnas sambandet mellan dessa realiteter. Att jag vid mina arbeten begränsat mig till fytoplankton, beror först och främst däraf, att det ju i väsentlig grad är dylika former, hvilka komma i fråga som mera kemiska miljöindikatorer äfvensom sedimentbildare; och hvad det i detta samband betydelsefulla spørsmålet om planktons inflytande på miljön beträffar, är det som bekant uteslutande fytoplankton, som kommer i fråga. I den utsträckning, som så blir erforderlig, kommer jag emellertid äfven att diskutera zooplankton som en sedimentbildande faktor. Rent zoologiska problem från dessa regioner falla däremot alldeles utom ramen för denna afhandling.

II. Undersökningarnas allmänna och tekniska förutsättningar.

1. Fältarbetet.

Arbetsmetoder. — Terminologiska utredningar.

Planktonprofven insamlades städse med användning af två håfvar samtidigt: en af Müllergaze N:r 25, afsedd för fytoplankton, och en af Gries-Gaze N:r 60, afsedd för zooplankton. Med hänsyn till de här föreliggande undersökningarnas all-

männa plan har jag tydligen merendels icke anledning att yttra mig om andra prof än de förstnämnda. Så godt som samtliga prof representera horisontala ythåfningar; endast en del vinterprof äro insamlade genom vertikalhåfning (från en vak i isen).

Om jag också vid dessa studier lägger hufvudvikten vid det vanliga håfplankton — helt enkelt därför, att jag anser de enklare frågorna först böra klarläggas, innan man öfvergår till de mera komplicerade; och om det svenska urbergsvattnets biologi är vår kunskap ännu så länge äfven i elementära delar ytterligt bristfällig —, så har jag dock äfven sökt åtminstone orientera mig öfver nannoplanktons betydelse, särskildt som en sedimentbildande faktor. Angående de af mig härvid tillämpade metoderna hänvisar jag till den följande redogörelsen för det laboratorietechniska arbetet. En fältmetod på området representerar visserligen den R. KOLK-WITZ'ska kbcm-kammarens teknik (jfr l. c. 1911 b) — en metod, hvilken under förutsättning af en viss produktionshöjd visat sig prestera anmärkningsvärdt goda resultat, såväl vid sjö- som dammstudier. Med hänsyn till de af mig undersökta urbergsvattnens i allmänhet högst obetydliga produktionshöjd har jag emellertid dessvärre endast i enstaka undantagsfall med positiva resultat kunnat tillämpa ifrågavarande undersökningsmetod på detta område.

Hvad bottenstudierna beträffar, så äro här de tekniska förutsättningarna synnerligen oklara. Ehuru de grundläggande arbetena på detta område härröra redan från HAMPUS v. POST och i tryck framlades redan på 50- och 60-talet (jfr litteraturförteckningen), ha dock studier af denna art öfver hufvud taget sedan denna tid — i hvad rör frågan om nutidens i bildning varande gyttje- och dyaflagringar — icke i någon större utsträckning sysselsatt naturforskningen. HAMPUS v. POST's grundläggande studier blefvo visserligen fortsatta och i viss mån fördjupade redan genom F. TRYBOM's (jfr l. c. fr. o. m. 1883) arbeten öfver dylika aflagringar inom ett större antal såväl djupa som grundare sjöar, belägna på vidt skilda platser inom vårt land. Det är emellertid beklagligt, att TRYBOM's studier ingalunda blifvit i tillbörlig grad respekterade af utlandets forskare — något, som dock hade bort vara så mycket mera möjligt, som han själf ombesörjt en på ett mera lättillgängligt språk tryckt och f. ö. synnerligen väl skrifven resumé (l. c. 1883) öfver sina första undersökningar på detta område. Sannolikt till följd af publikationsorten har emellertid äfven den ifrågavarande skriften i stort sedt gått senare forskare förbi. Däremot har H. v. POST's grundläggande arbete af år 1862 småningom (väl tack vare RAMANN's resuméartade öfversättning af år 1888) ernått en mera internationell ställning inom den teoretiska och tillämpade geologiens litteratur. Hvad sötvattensforskningen beträffar, synes det dock fortfarande ha förblifvit tämligen obeaktadt — en omständighet som väl dock äfven sammanhänger med det ytterst obetydliga intresse, som hitintills, i motsats mot planktologien, kommit bottenstudierna inom sötvattnet till del. Jfr t. ex. A. STEUER 1910.

Af utländska forskare på området äro först att nämna de schweiziska limnologernas studier öfver deras stora och djupa sjöar; jfr särskildt F. A. FOREL 1885 och 1892 samt den refererande sammanställningen hos J. FRÜH och C. SCHRÖTER 1904. Dock afhandlas bottenförhållandena i dessa senare skrifter ofta från helt andra synpunkter än de biologiska. Rent biologisk är däremot utgångspunkten för C. WESENBERG-

LUND's undersökningar öfver dessa företeelser inom en del danska sjöar — ett arbete (l. c. 1901), som äfven i flera hänseenden synes väl ägna sig för jämförelser till våra egna arbetsresultat. Den nämnde författaren har här såsom den förste fäst den modernare sötvattensforskningens uppmärksamhet på H. v. POST's grundläggande studier; och till en mycket väsentlig del är också WESENBERG-LUND's arbete i hvad gyttjorna beträffar endast en vidare utläggning af H. v. POST's uppfattning. Det empiriska materialets bearbetning kan emellertid i noggrannhet och skärpa ingalunda jämföras med TRYBOM's, hvilkens detaljrika och sorgfälliga arbeten näppeligen i erforderlig utsträckning beaktats af den danske forskaren. Hans undersökningar ha emellertid under alla omständigheter den förtjänsten att utgöra de första inom den modernare limnologien, som mera direkt inriktat sig just på de bottenbiologiska förhållandena — i en tid, då den öfriga forskningen på området ganska ensidigt specialiserade sig på planktologiska studier.

År 1908 publicerade H. POTONIÉ en sammanfattande framställning öfver dy- och gyttjebildningen. Densamma rymmer emellertid mindre af egna empiriska iakttagelser än af teoretiska utredningar och framförallt nomenklaturkritiska referat af den föreliggande litteraturen; hufvudändamålet med framställningen synes ock vara att förebringa en mera allsidig motivering för den nya terminologi på området, som POTONIÉ själf grundat. Till en mycket väsentlig del angå dessa utredningar icke den limnologi, som har att utreda de i bildning varande aflagringarna, mer däremot områden för geologiska undersökningar. Det synes mig ock, som erbjöde POTONIÉ's utredning öfver de gamla begreppen dy och gyttja i flera hänseenden icke så särskildt mycket nytt utöfver H. v. POST's grundläggande arbeten på detta område. Af stort intresse är dock den biokemiska utredning, som POTONIÉ förebragt angående förutsättningarna för de olika sedimentens uppkomst. Det ligger också i sakens natur, att han på detta område (1908) kunnat prestera en mycket väsentlig fördjupning af H. v. POST's grundläggande arbete af 1862; och såväl med hänsyn härtill som också på grund af afhandlingens egenskap af en i flera hänseenden sammanfattande framställning synes mig densamma i viss mån böra anföras som ett bland de verk, hvilka här markera ett afgjordt framsteg på utvecklingens väg. Jfr äfvenledes en senare afhandling (1910) af samme författare.

Under senare år ha af sådana arbeten på detta område, hvilka i ett eller annat hänseende närmare angå de här föreliggande undersökningarna — utom ramen för desamma faller tydligen den stora litteraturen öfver kalkslamaflagringar; jfr härom särskildt WESENBERG-LUND l. c. och PASSARGE's studier af 1901 — utkommit en afhandling af V. A. CASPARI (1910) om de skotska sjöarnas bottensediment äfvensom en del publikationer af K. HÜLSEN (jfr litteraturförteckningen) angående bottenstudier i ryska sjöar samt slutligen också G. GÖTZINGER's (1911) arbeten öfver Lunzer-sjöarna. Särskildt de sistnämnda afse emellertid mindre biologiska än framförallt rent kemiskt-mineralogiska frågor. Af mera biologiskt intresse äro ett par smärre skrifter af P. SCHIEMENZ (1903), WESENBERG-LUND (1905) och R. KOLKWITZ (1911 a) samt framförallt Sv. EKMANS afhandling om Vätterns djupfauna (1915), i hvilket sistnämnda arbete äfvenledes bottenens aflagringar inledningsvis och med stöd af

en för lokalen tvifvelsutan synnerligen lämplig teknik — den SV. EKMAN'ska vertikala bottenproftagaren — ganska utförligt äro på tal. Med anförandet af detta arbete har jag också slutfört min inledande orientering öfver den på området föreliggande litteraturen. Den är alltså ingalunda särskildt vidsträckt; och hvad arbetets tekniska förutsättningar beträffar, så ha de genomgående ägnats ett synnerligen obetydligt intresse — det är i själfva verket endast SV. EKMAN, som vid arbeten på större djup principiellt tillämpat en mera rationell teknik än den gamla skrapmetoden.

De proftagningsmetoder, som vid början af mina studier 1910 stodo mig själf till buds, utgjordes endast af skrap- och lodkopp-tekniken. Om deras närmare arbetssätt visste man emellertid intet: en bestämd och empiriskt bevisad uppfattning om de olika aflagringarnas eventuellt varierande profilstruktur existerade ännu icke, någon som helst kännedom om skrapans afverkningskapacitet i vertikal led i dessa lösa bildningar var ännu icke grundlagd, och ingen hade ännu gjort sig närmare reda för lodkoppens förhållande vid in- resp. genomslaget i botten. På området rådde alltså en anmärkningsvärd oklarhet, som knappast inbjöd till några nya studier. En genomförd klarläggning af dessa undersökningstekniska spörsmål syntes mig därför böra betraktas som första grundförutsättningen för hvarje mera detaljeradt studium öfver de nutida aflagringarnas bildningshistoria och strukturföreteelser; ty det kan näppeligen anses en naturforskare värdigt att uteslutande arbeta med en apparatur, hvars arbetssätt till alla sina närmare detaljer måste anses fullständigt obekant. Med användning af i första hand Norra Stråken vid Aneboda som försöksområde har jag därför sökt åvägabringa en dylik utredning. Då jag tydligen måste anse denna kritiska diskussion vara af i viss mån grundläggande betydelse för vissa delar af den följande framställningen, öfvergår jag nu till ett mera utförligt referat öfver gången af dessa rent undersökningstekniska försöksserier.

Mina första skrapningar verkställdes alltså hösten 1910 på sjön Stråken vid Aneboda. Den med skrapan ute från den pelagiska regionen erhållna gyttjan visade sig vid mikroskopisk undersökning till en väsentlig del uppbyggd af en gulaktigt grågrön resp. rödbrun, flockig-småklumpig detritus; rester af planktoniska resp. litorala organismer kunde endast påvisas i mindre mängder — mest *Cycloteller*, stora *Naviculæ* och skelettnålar af *Spongiller*. Alltså en dyblandad gyttja, ett sediment af helt annan karaktär än exempelvis de af WESENBERG-LUND undersökta aflagringarna och hvilka föranledde honom till uppställandet af sina tre typer — hvarom mera nedan — för i bildning varande sötvattensgyttjor. Vid ett senare tillfälle erhöll jag emellertid en mera typisk gyttja men af helt annan art, karakteriserad genom massnärvaro af *Melosirer* och enligt min mening i viss mån jämförbar med WESENBERG-LUND's typ diatomégyttja. Det var egentligen denna iakttagelse, som föranledde mig till ett närmare studium angående proftagarnas funktionssätt; ty det syntes mig uppenbart, att här måste föreligga möjligheter till undersökningstekniska misstag af oberäkneliga konsekvenser. För frågans närmare utredning utvalde jag därför tvenne i väsentlig grad från hvarandra afvikande undersökningspunkter på Norra Stråken, den ena belägen inne på Aneboda fjärd (vid ett djup af c:a 3 m) den andra ö. om de öar, som markera den egentliga sjörännans

gräns från den mot v. inskjutande Anebodafjärden. På denna senare station växlade djupet vid försöken mellan 6 och 9 m. Som proftagare användes ett lod af typ, som vidstående textafbildning fig. 1 visar: en gammal, sedan länge, om ock i åtskilliga varianter, internationellt känd konstruktionstyp. Med det samma upptogs väsentligen två olika profserier: i ena fallet fick lodet gå ut med god fart och sedan af sig själft stanna; i det andra fallet däremot kände jag mig försiktigt fram, så att profvet togs i den ytliga resp. allra ytligaste gyttjan, så att alltså lodet i sistnämnda fallet upphämtade en något vattenblandad bildning. Den mikroskopiska undersökningen af dessa bägge prof typer — f. ö. redan för blotta ögat mycket väl åtskilda genom en ljus, resp. (ytlagret) mera mörkbrun färg äfvensom genom en mera fin resp. (ytlagret) gröfre struktur — uppvisade en högst väsentlig skillnad: i ena fallet (ytgyttjan) alldeles af den typ, som jag förut lärt känna från flertalet af mina skrapningar på olika delar af Stråken, i andra fallet (djupgyttjan) däremot den utpräglade *Melosira*-gyttja, som nyss varit på tal.



Fig. 1. Lod med liten kopp. Lämpligt för »genomslag» men ofördelaktigt vid proftagning af yttgyttjan. C:a 1/2.

Hvad bevisar nu denna försöksserie? Först och främst tydligen, att Stråkens nutida gyttja faktiskt erbjuder just den karaktär, som redan skrapprofvet mikroskopiska undersökning i flertalet fall fastslagit; ty lodkoppen stannades ju just i det öfversta lagret, hvaremot man måste förut-sätta, att skrapan under sitt arbete skummat af ett något tjockare lager. Resultatet synes vid första påseendet i anmärkningsvärd utsträckning motivera den gamla skrapeteknikens betydelse som universell metod för alla dylika studier öfver gyttjestrukturer, på samma gång som det emellertid också synes misstänkliggöra lodkopptechnikens mera vidsträckta användbarhet — för alla de fall, där ett närmare »kännande» af botten af en eller annan orsak är omöjligt. Det med lodkoppen vid försöket erhållna djupprofvet är emellertid äfvenledes af ett visst intresse — i jämförelse med de upplysningar, som med stöd af skrap- och lodprof redan erhållits angående de mera ytliga lagrens mikrofysionomi. Det synes ju nämligen i själfva verket förhålla sig så, att ett lod af denna typ äfven i dessa lösa gyttjor först tar profvet på den nivå, där det stannar — en sats, hvars berättigande jag f. ö. sedermera vid upprepade tillfällen kunnat kontrollera vid arbete på sådana platser, där det grunda vattnet tillåtit en direkt iakttagelse öfver lodets arbetssätt i en utprägladt skiktad gyttja. Det är alltså ett rent empiriskt faktum, att man redan på detta enkla sätt kan ernå vissa upplysningar om djupare gyttjelagers beskaffenhet: en diskontinuerlig profil. Må vara, att detta för många uppgifter kan vara en synnerligen fördelaktig omständighet: ofta nog torde emellertid densamma vållat afsevärda felkällor vid upphämtandet af bottenprof från sådana lokaler, där ett noggrant »kännande» af en eller annan anledning varit uteslutet. Ty i så fall kan mycket väl lodet ha passerat ytlagret och först stannat på ett par dm:s djup därunder, hvarifrån ett bottenprof af otvifvelaktigt mindre nutidsintresse bör ha erhållits. Samma felkälla torde böra anmärkas för skrapeteknikens vidkommande, såväl vid arbete med tunga skrapor på normala bottnar som också öfver hufvud taget städse då en ovanligt lös botten föreligger.

Som en närmare illustration till dessa förhållanden hänvisar jag till mikrofotografierna å pl. 6, fig. 1 och 2, hvaraf fig. 1 visar Stråkens typiska ytgyttja, sådan den öfverallt upprepar sig ute i den pelagiska regionen; fig. 2 däremot *Melosira*-gyttjan från ett par dm:s¹ djup under gyttjeytan. Som man ser, är skillnaden högst väsentlig: å ena sidan en mörk detritus med ett fåtal *Cycloteller* och utan *Melosira*, å andra sidan ett mycket rikligt *Melosira*-sediment. Det är nu alldeles tydligt, att hydrobiologien endast har att göra med ytlagret — så mycket mera, som endast detta (att döma af skrapprof resp. sedimenteffekten af Stråkens fytoplankton, hvarom mera i den speciella framställningen) torde tillhöra nutiden.² Jag har emellertid i den följande speciella framställningen städe också korteligen anmärkt »djup»-lagrets afvikelser från ytlagret, därmed mindre afseende att prestera någon egen närmare motiverad uppfattning om detsamma utvecklingsförutsättningar än framförallt att hänvända andra forskares uppmärksamhet på dessa aflagringar, hvilka ofta nog synas antyda helt andra lifsförutsättningar än dem, som numera äro att anse såsom reglerande för dessa vattens lif. I vissa fall torde nog djuplagret kunna anses representera slutstadiet — den under rådande förhållanden fullständigast tänkbara mineraliseringen resp. diagenesen — för den bildning, som ännu i dag pågår; i flertalet fall torde det dock här vara frågan om aflagringar, hvilka tillhöra en svunnen tid. Skiktningen är under alla omständigheter högst karakteristisk; och härmed framträder också inom limnologien en serie invecklade problem, till hvilka paralleller dock i viss mån — i sak eller tekniskt — gifvas inom de senaste årens oceanografi. Jfr exempelvis den sammanfattande framställningen hos K. ANDRÉE, 1911, 1912, 1916.

Den närmare utredningen af dessa frågor tillhör emellertid icke nutidslimnologen ensam; och innan en dylik diskussion till dess närmare detaljer öfver hufvud taget kan komma till stånd, erfordras väl också en än bättre teknik än de af mig använda kopp-profven från yt- resp. (efter »genomslagning») från djupgyttjor. Samtliga prof, som i det följande komma på tal, äro emellertid tagna enligt principen för dessa »diskontinuerliga profiler» om ock med något varierande kopptyper, så att i allmänhet en ganska stor kopp (fig. 2) användts för ytprofvet, hvaremot en liten dylik (fig. 1) kommit till användning vid »genomslaget». Med hänsyn till de af mig undersökta sjöarnas ganska obetydliga djup har jag i allmänhet vid mina proftagningar här *icke* tillämpat den



Fig. 2. Lod med stor kopp, lämpligt för proftagning af ytgyttjan. C:a 1/5.

¹ Djupare än 30 cm under den pelagiska Stråkengyttjans nuvarande yta har jag ännu icke lyckats framföra mina proftagare; *Melosira*-gyttjan är här mycket typisk — men den är redan tillstädes vid c:a 10 cm. Endast de allra öfversta lagren — motsvarande en obelastad och ej för tung skrapas vertikala afverkningskapacitet i denna gyttja — äro så godt som *Melosira*-fria, alltså representerande en ytgyttja af ofvan skildrad typ.

² Ett ytterligare bevis för riktigheten af denna uppfattning torde utan vidare framgå ur en hänvisning till bottenfaunans verksamhet: ty häraf följer en grundlig genomarbetning resp. omrörning af dessa aflagringar till ett ganska väsentligt djup under gyttjeytan. Sålunda måste — med hänsyn till aflagringarnas notoriskt långsamma bildningssätt — hvarje sådant sediment, hvars bildning i större utsträckning fortgår äfven i våra dagar, vara påvisbart äfven i de ytligare skikten. Sålunda äro också de sediment, hvilka där saknas men i djupare lager karakterisera, att anse såsom effekten af en svunnen tid. — Af samma orsak är tydligen hvarje tanke på en skiktning, svarande mot planktons årliga periodicitet (jfr J. HOLMBOE 1903), alldeles utesluten.

s. k. profilstickarens princip (jfr E. NAUMANN 1916 a, där äfvenledes olika typer af diskontinuerliga profiltagare finnas beskrifna); genomslagets djup under gyttjeytan blir därför något godtyckligt (väl i allm. = ett par dm), hvilket emellertid för dessa undersökningar torde vara utan betydelse.

Emellertid torde icke ens ett på detta sätt med erforderlig omsorg upptaget kopp-prof från aflagringens ytliga lager utan vidare kunna godtagas såsom det egentliga grundlaget för studiet af dess mikroskopiska struktur: ty hvad hindrar, att densamma i sina allra ytligaste lager erbjuder en på ett eller annat sätt från den typiska aflagringen afvikande strukturell variation? WESENBERG-LUND talar t. ex. på flera ställen om den »fællesbundfældning», som enligt hans mening representerar gyttjans ytligaste lager; och äfven andra forskare (t. ex. FOREL, 1885, 1892) ha antydtt resp. bevisat något dylikt. Det synes mig emellertid utan vidare högst osannolikt, att man i våra näringsfattiga urbergsvatten verkligen skulle kunna ha att räkna med en dylik bildning: ty planktonproduktionen ligger tvifvelsutan — något som i det följande skall närmare ledas i bevis — där *alltid* för lågt för att öfver hufvud taget kunna tänkas åvägabringa en dylik bildning af större kvantitativ betydelse. Helt annorlunda måste förhållandena gestalta sig i mera näringsrika regioners sjöar, där planktonproduktionen från våren ända till långt fram på hösten förlöper med en för våra förhållanden alldeles enastående intensitet — utan vidare indicerad redan genom månadslånga vegetationsfärgningar. Här kan man enligt min mening mycket väl *tänka* sig möjligheten af en dylik »fællesbundfældning»: en omständighet, hvars biologiska innebörd väl troligen kan förklaras ur en viss disproportion mellan tillgången på sediment från planktons region och möjligheterna till deras omedelbara bearbetning genom bottenfaunan. Äfven om det alltså måste synas högst sannolikt, att WESENBERG-LUND verkligen med rätta talar om en dylik »fællesbundfældning», så bör det emellertid uttryckligen framhållas, att han — i motsats mot FOREL — icke presterat något som helst bevis för närvaron af ett dylikt lager som det öfversta i gyttjans nutidsprofil, lika så litet som för existensen af en vertikal skiktning öfver hufvud taget. Han har öfver hufvud taget mycket oklara föreställningar om dessa realiteter — ett påstående, hvars berättigande mer än väl torde inses bl. a. af de egendomliga försök, som han (l. c. p. 128) funnit sig böra publicera som ett ganska direkt stöd för sina sväfvande begrepp om desamma: han uppslammar ett skrapprof i en bägere med vatten, låter det sedimentera och finner det sedan högst sannolikt, att den så erhållna skiktningen svarar mot den naturliga. På detta sätt erhålles för öfrigt icke mindre än 4 skarpt åtskilda lager. I den danska resuméén p. 140 ha de visserligen reducerats till 3 — på samma gång som tekniken nu formuleras på ett helt annat sätt: att profilen iakttagits direkt i skrapan. Det är ju möjligt, att äfven dessa resonemang i en framtid skola visa sig erbjuda en viss grad af riktighet; men i den form, hvori de framlagts, kunna de näppeligen rubriceras annat än som lösa påståenden, hvilka ännu äro i afsaknad af sin empiriska motivering. Det bör under alla omständigheter uttryckligen fastslås, att skrapprof näppeligen kunna betraktas som grundlaget för studier öfver gyttjornas profilbiologi; och hvad sedimenteringsförsöket och därpå fotade resonemang beträffar, torde det näppeligen tarfva någon mera utförlig kritisk belysning.

Skall gyttjans eller dyns skiktning närmare studeras, så måste grundvalen tydligen vara en på betryggande sätt ur densamma upptagen fullt kontinuerlig profil. En dylik teknik har redan för flera år sedan med framgång praktiserats inom oceanografien; jämför angående äldre litteratur J. MURRAY och A. F. RENARD 1891; angående nyare metoder t. ex. C. G. JOH. PETERSEN 1911, E. PHILIPPI 1912. Den oceanografiska tekniken kan emellertid icke heller på detta område direkt öfverflyttas till limnologien och jag har därför funnit mig föranlåten att verkställa en serie försök med enklare och för våra förhållanden mera lämpade profilodare.¹ Sålunda har jag under senare år (särskildt 1916) med användning af en enkel ventilanordning i glaströr upptagit en serie dylika bottenprofiler från såväl Stråken som andra af dessa urbergssjöar (äfven tillhörande dysjöns typ) och därvid såväl kunnat kontrollera riktigheten af mina i det föregående närmare utförda resonemang om den diskontinuerliga profilodarens arbetssätt som också kunnat fastställa frånvaron af hvarje för blotta ögat synlig profilskiktning i annan måtto än den, att ytlagrets grönbruna grofva struktur nedåt väsentligen ljusnar, på samma gång som aflagringens finhet och sammanhållning tilltar. Af en bottenfällning enligt WESENBERG-LUND's beskrifning har jag intet sett i någon af de på detta sätt undersökta sjöarna: och redan den jämförande undersökningen af ett skrapprof resp. ett (vattenblandadt) lodkopp-prof från det allra ytligaste lagret utesluter tydligen hvarje tanke på existensen af en dylik — ty den mikrobiologiska strukturen blir i bägge fallen väsentligen densamma, en omständighet som redan utan vidare torde kunna fälla utslaget i denna fråga. Må vara att detta är en erfarenhet, som hittills direkt endast blifvit gjord för ett mindre antal af dessa sjöars vidkommande; men med hänsyn till den öfverensstämmelse, som är rådande i allmänt produktionsbiologisk riktning mellan dessa urbergsvattnen öfver hufvud taget, finner jag det fullt tillrädligt att utan vidare generalisera fallet och äfven för andra sjöar inom likartade områden förutsätta närvaron af principiellt samma förhållanden som de hvilka i de gifna fallen blifvit fastställda.²

Med i det föregående referade försöksserier anser jag mig alltså ha presterat den klarläggning af de rent undersökningstekniska spörsmål, hvilkas närmare diskussion jag förut framhållit som den egentliga grundvalen för alla vidare studier öfver dessa frågor. Med stöd af de på olika fullt typiska urbergssjöar verkställda rent

¹ Det bör emellertid framhållas, att Sv. EKMÄN (1915) vid sina bottenstudier i Vättern städe arbetat med profiler, hvilka upptagits med hjälp af den af honom konstruerade vertikala bottenhämtaren (jfr l. c. 1911). Det ligger i sakens natur, att densamma äfven för dylika uppgifter måste fungera med stor precision på alla fastare bottnar; för de lösare aflagringarnas vidkommande kan den emellertid tydligen i detta hänseende icke alls komma ifråga. — G. GÖTZINGER har äfvenledes (1911) i vissa fall arbetat med en kontinuerlig profilodare; för mera detaljerade skiktningstudier kan emellertid den af honom föreslagna anordningen näppe-ligen brukas, allraminst då frågan gäller lösare dy- och gyttjeaflagringar. — Angående för grundt vatten lämpliga borrhämsmetoder jämför man P. SCHIEMENZ 1903, R. KOLKOWITZ 1907 och A. JENTZSCH 1912.

² Helt annorlunda gestalta sig emellertid förhållandena exempelvis inom mera näringsrika traktens sjöar med dess afsevärda planktonproduktioner. Här är nämligen såväl bottenfällningsskiktet som den vertikala skiktningen öfverhufvudtaget mycket påfallande. Jag torde emellertid i en annan publikation återkomma till dessa frågor och skall då också lämna en närmare belysning öfver skiktningens olika typer, sådana desamma i verkligheten här gestalta sig.

tekniska försöksserierna finner jag det sålunda fullt berättigadt, att vid närmare studier öfver bottenaflagringsarnas mikroskopiska struktur inom dylika områden använda från ytlagret med en lodkopp uttagna prof. Redan skrapprof torde i dessa vatten visserligen ofta nog vara fullt godkännbara, men böra dock såvidt möjligt uteslutas, då man tydligen icke utan vidare kan på förhand veta, hvarken i hvad mån gyttjan resp. dyn erbjuder en variation i vertikalled resp. på hvilket djup denna börjar, ej heller skrapans »afverkningsdjup», d. v. s. gränserna för dess »skumning» af ytlagret.

Till frågan om den närmare bearbetningen af dessa lodkopp-prof återkommer jag längre fram och öfvergår därför nu till att korteligen afhandla skrapteknikens användning vid fältarbetet. Skrapprofven böra naturligen städse på ort och ställe siktas; och enligt min erfarenhet bäst med användning af en sikt, hvars maskstorlek icke öfverstiger 1 kvmm. Den på detta sätt erhållna siktresten ger redan god kännedom om talrika af slammets lifsföreteelser. Undersökningen af kroppar, som erbjuda en yta af mindre än 1 kvmm — och hvilka alltså gå tvärs genom sikten af föreslagen maskstorlek — reserverar jag emellertid för den i laboratoriet sedan afsedda slamningen, till hvilkens handhavande jag längre fram återkommer.

Något bestämdt schema för en kortfattad karakteristik af olika siktresters existerar ännu icke. Då emellertid en dylik såväl från vetenskapliga som också rent praktiska (fiskeribiologiska) synpunkter torde få anses ganska önskvärd, har jag funnit det lämpligt att här meddela en kortfattad öfversikt öfver de olika typer, som jag själf hitintills funnit mig böra särskilja, och hvilka sedan i den speciella framställningen komma att användas. För fullständighetens skull har jag i detta schema äfven medtagit kalkrikare sjöar äfvensom de litorala siktresterna, ehuru jag tydligen i öfverensstämmelse med arbetets allmänna plan i det följande kommer att närmare uppehålla mig uteslutande vid de från den pelagiska regionen inom våra urbergsvatten erhållbara. Här liksom öfverhufvudtaget i det följande afser jag med de två i motsats till hvarandra städse anförda näringsrikare sjöarna resp. urbergsvattena endast förhållanden, sådana de framträda inom vanligare sjötyper (d. v. s. öfverhufvudtaget smärre sjöar) af den baltiska resp. nordeuropeiska regionen i limnologisk mening.

Öfversikt af olika arter af siktresters inom sötvattnet.

I. Litoralt erhållna siktresters.

A. I mera näringsrika vatten.

Biogena bildningar karakterisera.

1. Väsentligen bestående af större väfnads- och bladfragment etc. — En synnerligen vanlig typ.

2. Väsentligen bestående af till sin härkomst utan vidare undersökning odiaagnosticerbara väfnadsfragment. — En merendels »trådig» siktrest. Mycket vanlig företeelse äfven i större sjöars strandregioner.

3. Siktrest dominerad af *Chroococcacé*-kolonier. — I motsats till föregående en sällsynt typ. Huruvida äfven *Nostoc*-kolonier uppträda inom dessa regioner, är icke bekant.

4. Den af snäck- och musselskal resp. andra organogena kalkaflagringar dominerade siktresten. Enligt WESENBERG-LUND är skalresten särskildt karakteristisk för större sjöar på kalkgrund mellan 8—11 meterkurvan: »Skalbæltet». — Specialfall af stort intresse: kalkskal i förjärning. Jfr WESENBERG-LUND, l. c. 1901, p. 79 o. f.

5. Koprogena bildningar af en grundläggande betydelse. — I sin renhet en här mycket sällsynt typ.

Minerogena bildningar karakterisera.

En väsentligen grusig siktrest.

Blandningstyper.

De uppträda i flertalet fall; de absolut rena typerna äro mindre vanliga. — Siktresten utgör inom litoralregionen ofta en mycket väsentlig del af aflagringen själf, som alltså därigenom får en påfallande grof struktur.

B. I kalkfattiga urbergsvatten.

Biogena bildningar karakterisera.

- | | |
|-----------|--|
| 1. Bladig | } Siktrest. — Jfr under A. Enligt mina undersökningar visa dessa väfnadsfragment inom många urbergsvatten en deciderad tendens till förjärning, därigenom erbjödande en intressant anknytningspunkt till sjömalmbildningens problem. |
| 2. Trådig | |

3. Siktrest dominerad af *Nostoc Zetterstedti*. Synnerligen karakteristisk för många sjöar på urbergets grund. Äfven här torde en af *Chroococcacéer* väsentligen bestående siktrest kunna erhållas; jfr T. WALDVOGEL 1900.

4. Organogena kalkaflagringar saknas.

5. Koprogena bildningar af en grundläggande betydelse. I sin renhet äfven här en mycket sällsynt typ.

Minerogena bildningar karakterisera.

1. Den af sjömalmer karakteriserade siktresten — centralkaraktären för många urbergsvatten.

2. En väsentligen grusig siktrest, ofta i ett stadium af förjärning.

Blandningstyper.

Jfr under I A.

II. Pelagiskt erhållna siktrest.

Erhållas enligt mina undersökningar i våra smärre urbergsvatten så godt som omedelbart utanför den litorala fanerogamformationen, alltså i allmänhet redan på ett djup af 2 à 3 m; WESENBERG-LUND sätter för sina sjöar ofta öfre gränsen till 9 à 11 m; jfr i öfrigt under I. — Typerna äro här i stort sedt desamma inom kalk- och urbergsvatten, hvadan jag här icke heller skiljer på de bägge regionerna.

Biogena bildningar karakterisera.

1. Den af väfnadsfragment karakteriserade siktresten. Allmänt utbredd, såväl i urbergs- som mera kalkrika vatten, ofta »trådig». — Utgör ofta såväl i urbergs- som andra vatten en högst väsentlig del af dyn eller gyttjan, därmed utan vidare indicerande en otillräcklig bearbetning af tillförda sediment: ett missförhållande mellan produktion och konsumtion. Bildningen, vare sig gyttja eller dy, visar i så fall snarast en litoral karaktär; ty den typiskt pelagiska aflagringens siktrest kan visserligen i förhållande till den ursprungliga massan vara mycket stor men domineras i så fall af koprogena bildningar (jfr nedan under 3) och icke af väfnadsfragment. — Specialfall i *Sphagnum*-tjärnar: den af *Sphagnum*-blad och andra från *Sphagnum* härrörande väfnadsfragment alldeles dominerade siktresten.

2. Organogena kalkaflagringar, hvilka naturligtvis saknas inom det kalkfattiga urberget.

3. Koprogena bildningar af en grundläggande betydelse. En här synnerligen utbredd typ, hvars närvaro utgör själfva grundkaraktären för en pelagiskt bildad aflagring.

a. Den af *Chironomid*-rör etc. till väsentlig del uppbyggda siktresten.

b. En groft klumpig siktrest, tydligen till väsentlig del bestående af fragment af *Chironomid*-rör och dylika bildningar. — Liksom a. ofta i anmärkningsvärda mängder i våra urbergsvatten.

Minerogena bildningar

äro inom den pelagiska regionen af smärre vatten utan hvarje betydelse.

Blandningstyper

äro här såväl som inom litoralregionen synnerligen vanliga; dock erbjuder den pelagiskt bildade aflagringen genom sin oftast utprägladt koprogena struktur en mera enhetlig prägel än de litorala.

En del af dessa siktresters allmänna utseende framgår af de på pl. 1 reproducerade bilderna. De representera samtliga fotografier i naturlig storlek — framställda på sätt som i den följande redogörelsen för det laboratorietekniska arbetet närmare skall beskrivas. På fig. 1 — som visar fotografier af i en petriskål med vatten fördeladt material — återfinnes först (a) en typisk af väfnadsfragment (till en icke obetydlig del *Sphagnum*-blad) bestående siktrest från Paska-Lampa tjärn;¹ vidare (b) en så godt som uteslutande af rör uppbyggd siktrest från Hemtjärn¹ och (c) en typiskt storklumpig siktrest från Förhultsjön.¹ Den fjärde bilden i serien (d) representerar tydligen icke en siktrest; ty de här förefintliga bildningarnas storlek understiger den af mig använda siktens maskyta och skulle vid sällning alltså utan vidare gått tvärs igenom maskorna. Fastmer är det här frågan om en obetydligt slammad gyttja från Grissjön,¹ en slammingsrest, erbjudande ett synnerligen skarpt exempel på en afgjordt småklumpig aflagring. Jag har medtagit denna sistnämnda bildning redan här dels såsom en jämförande fotografisk demonstration till storleksförhållandena, sådana de i allmänhet gestalta sig för sikt- resp. slammingsresten enligt min

¹ Jfr vidare under resp. sjönamn i undersökningens speciella del.

terminologi, dels också därför, att dessa småklumpar till väsentlig del otvifvelaktigt intet annat äro än de exkrementella bildningar, hvilka i sin tur hopakittade uppbygga de larvrör resp. större fragment däraf, som ofta uppträda i siktrest¹ ehuru sällan i sådana anmärkningsvärda mängder, som exempelvis fallet Hemtjärn (b) resp. Förhultsjön (c) erbjuder. Det synes alltså i själfva verket endast vara en miljökemisk resistensfråga, som — förutsatt en icke ovanligt rik bottenfauna — afgör, om siktrestens allmänna fysiologi skall alldeles domineras af en riklig mängd rör eller storklumpar, eller om såväl de ena som de andra bildningarna skola uppträda endast i ringa utsträckning. I senare fallet lämnar tydligen först slamningsprovet — hvarom mera nedan — ytterligare upplysningar om graden af förekomsten af småklumpar. Bildningar af denna art äro i själfva verket — något som den speciella framställningen torde komma att ytterligare understryka — synnerligen karakteristiska för våra urbergsvatten.

Öfver hufvud taget genomlöper tydligen bottens detritus i alla normala vatten — till följd af närvaron af en detritusätande djurvärld, väsentligen bestående af *Chironomid*-larver och *Oligochæter* — städse en »koncentrationsprocess» enligt detta schema

↓
den lösa detritus
smärre exkrementklumpar
rörbildningar.

Processen är emellertid tydligen reversibel; och den på detta sätt en gång koncentrerade detritus återvänder alltså till öfvervägande del en gång till sin ursprungliga struktur — den lösa detritus; och efter följande återgångsschema, som också städse trycker sin prägel på bottenafslagringarnas fysiologi, sådan densamma framträder vid användning af sikt- och slamningsrester resp. direkt tagna prof:

↓
rörbildningar
storklumpar (=fragment af föregående)
smärre exkrementklumpar
den lösa detritus.

Men torde alltså kunna vänta sig att i siktrest¹ från alla normala sjöbottnar till en viss mängd påträffa dylika bildningar; men börja de alldeles dominera — och sålunda utgöra en mera väsentlig del af gyttjan själf — så visar detta tydligen antingen hän på en utomordentligt rik fauna eller, om en sådan icke finnes, så måste detta förhållande antyda en viss ensidighet i kretsloppet: det synes då ej längre fungera med något så när reversibilitet utan snarare påfallande ensidigt, och i »resistentifierande» riktning. Ett dylikt stadium synes i själfva verket enligt mina undersökningar erbjudas af talrika vatten på det kalkfattiga urbergets

¹ Vid ett närmare studium af bilderna finner man emellertid också dylika småklumpar kringspridda så godt som öfverallt. Detta beror emellertid helt enkelt därpå, att en del af de gröfre bildningarna — som stannat på sikten — sedan vid transporten fallit sönder; och då dessa små klumpar ingå som ett element i alla andra under medverkan af organismer formade dy- och gyttjebildningar, så inses det, att en dylik inblandning näppe-
ligen kan undvikas i konserverade prof.

grund. Jag betraktar därför närvaron där af, i förhållande till den osiktade gyttje- eller dymassan mera afsevärda, antingen utprägladt storklumpiga eller också af rör till väsentlig grad bestående större siktresten som ett påfallande karakteristikon för en i dessa vatten pågående resistentifieringsprocess: den en gång genom den här synnerligen fattiga bottenfaunan koncentrerade detritus återvänder till väsentlig grad ej till sitt ursprungsstadium utan resistentifieras på olika étager, så att mot det relativt ensidigt förlöpande kretsloppet svara de två typiska siktresterna resp. en ytterst karakteristisk slamningsrest: rörbildningarnas resp. storklumparnas siktrest och den af småklumpar absolut dominerade slamningsresten.

Tyvärr sakna vi ur den föreliggande litteraturen alla närmare upplysningar om, huru dessa förhållanden gestalta sig i mera kalkrika vatten; WESENBERG-LUND (l. c. 1901) — som för öfrigt knappast omnämner de pelagiskt erhållna siktresternas fysiologi och som tydligen af sin lämnade framställning att döma icke företagit några som helst slamningar af gyttjeprof — har exempelvis, lika litet som någon annan författare på området, intet att meddela i dessa frågor. Emellertid har jag själf vid mina undersökningar öfver gyttjebildningens förlopp i vissa sydsvenska småsjöar (alltså tillhörande den mera kalkrika typen) särskildt inriktat min uppmärksamhet på dessa problem och därvid faktiskt också kunnat konstatera, att den fina detritus' kretslopp här gestaltar sig afsevärdt mycket mera reversibelt, än hvad förhållandena i urbergsvattnet synas ge vid handen; man finner här i allmänhet inga större af rör resp. storklumpar alldeles dominerade siktresten, och äfven om slamningsresten — naturligtvis — till väsentlig del ofta består af små klumpar — hvilket ju intet annat är en indikator på bottenfaunans närvaro och själfva grundkarakteristiken för gyttjan i dess egenskap af en koprogen bildning —, så är det dock en alldeles enastående skillnad på dessa gråa, lösa bildningar och urbergsvattnets hårda, sällan gulaktigt grå, i allmänhet rödbruna, ja ibland t. o. m. kolsvarta småklumpar. Det synes därför till fullo fastslaget, att faktiskt den fina detritus' koncentrationsprocess — i första hand en absolut nödvändig följd af bottenfaunans verksamhet — i dessa kalkrikare vatten fungerar i relativt reversibel mening, hvaremot densamma särskildt i de utprägladt bruna urbergsvattnen förlöper ganska ensidigt. I senare fallet föreligger alltså en högst påfallande resistentifieringsprocess; och det synes mig ganska naturligt att som dess närmare orsak hänvisa till en serie för dessa vatten tvifvelsutan specifika adsorptionsföreteelser, hvarvid en mycket framträdande roll otvifvelaktigt spelas af sådana humus- och järnsubstanser, hvilka redan HAMPUS v. POST (för de förstnämndas vidkommande, l. c. 1862 p. 21) antog såsom orsak till växt- och djurresters anmärkningsvärda konservering i dy-sjöarnas bruna vatten.

Såsom ytterligare exempel på en del typiska siktresten hänvisar jag till den andra bildserien å pl. 1, som visar ett antal hithörande preparat, monterade på objektglas i vatten, resp. utspädd glycerin och fotograferade i naturlig storlek. Här möta oss först två af rör till väsentlig del uppbyggda siktresten, härrörande från Hemtjärn¹ (b) resp. Öfre Hyttjärn¹ (a). Den senare visar också talrika brott-

¹ Jfr vidare under resp. sjönamn i undersökningens speciella del.

stycken af rör: en jämförelse mellan denna bild och en storklumpig siktrest (e), från Förhultsjön, torde utan vidare fastslå sammanhanget mellan dessa bägge sistnämnda bildningar. Och öfverallt ser man här (a, b, e) också de finare småklumpar, hvaraf rören till väsentlig del uppbyggas och hvilka koprogena bildningar vid den följande diskussionen om slamningsprof af gyttjor komma att spela en högst afsevärd roll. Bilderna c och d visa bägge en trådig siktrest; den ena (c) från Nedre Hyttjärn är i första hand karakteriserad af *Sphagnum*-blad, den andra (d), från Södra Skärsjön (i motsats till alla de andra en litoral bildning!), däremot väsentligen genom väfnadsfragment af annat ursprung.

Som en sammanfattning af denna orienterande öfversikt öfver sötvattnets sikt-rester från den pelagiska regionens aflagringar torde jag kunna anföra, att den vanligaste typen i mera kalkrika småsjöar i allmänhet är en relativt obetydlig, af väfnadsfragment och koprogena bildningar af olika art bestående rest. En mycket riklig bottenfauna föranleder en ökad halt af de sistnämnda. I urbergsvatten tilltaga emellertid desamma trots den här mycket obetydliga bottenfaunan afgjort i betydelse och i en brun, rödbrun eller svart, höggradigt resistentifierad form, för att i sina mest utpräglade fall ge upphof till de karakteristiska siktresten, med hvilka vi i det föregående gjort bekantskap — de af rör resp. storklumpar uppbyggda — och hvilka utgöra en ofta mycket väsentlig del af dessa regioners gyttje- eller dybildningar öfverhufvudtaget.

Siktrestens allmänna fysionomi bör under alla omständigheter närmare fastställas på ort och ställe; ty många strukturbilder — bl. a. mindre väl resistentifierade typer — tåla hvarken konservering eller transport. Äfven vid den laboratorietekniska bearbetningen af materialet komma emellertid siktresternas förhållanden ytterligare på tal med hänsyn till vissa mikrokemiska egenheter o. s. v., för hvilket i det följande skall närmare redogöras.

2. Laboratoriearbetet.

Arbetsmetoder. — Terminologiska utredningar.

Den planktologiska undersökningen är tydligen i hvad håfplankton beträffar af nog så enkel natur: en katalogisering af profvens innehåll. För att därvid omöjliggöra ett förbiseende af på våtprof ofta svårt påvisbara bildningar — vissa *Mallomonas*-rester, *Rhizosolenier* o. s. v. — arbetar jag städse med två parallella preparat: ett vått, i formalinhaltigt vatten, och ett torrt. Resultatet af de bägge profvens undersökning sammanställs så till en allmän karakteristik — ett arbete, som måste företagas med en viss urskillning så till vida, att ej alla möjliga errata former medtagas, hvarigenom en oriktig uppfattning om de förefintliga associationernas allmänna fysionomi lätt grundlägges. Reflexionen kan synas öfverflödig, men den föreliggande planktologiska litteraturen torde dessvärre i en anmärkningsvärd utsträck-

ning bevisa motsatsen. I öfverensstämmelse med mina undersökningars ekologiska och allmänt biologiska läggning har jag emellertid velat genomföra denna synpunkt med en viss skärpa.

Hvad nannoplankton beträffar, har jag här i första hand fäst afseende vid dess eventuella roll som en sedimentbildande faktor inom dessa vatten. Redan vissa äldre studier (jfr E. NAUMANN 1912) läto nämligen förmoda, att vissa grupper — särskildt *Cyclotellerna* — näppeligen kunde vara utan betydelse i detta sammanhang. Tydligen gestaltar det sig under alla omständigheter för dessa uppgifter allra enklast att helt enkelt bestämma nannoplanktons roll som en sedimentbildande faktor direkt ur bottenaflagringarnas mikroskopiska analys. Jag har emellertid i mycket talrika fall kompletterat på detta sätt vunna resultat såväl med nannoplanktonstudier enligt den af mig (jfr l. c. 1912 och 1915: b) föreslagna »biologiska» metoden som också med användning af centrifugat.

De bottenbiologiska studiernas mikroteknik synes ännu så länge, hvad söt-vattnet beträffar, varit af synnerligen primitiv art: en mikroskopisk undersökning af ett på objektglas utpipetteradt prof, och allt var klart. WESENBERG-LUND uppställde (1901) — tydligen med stöd af en dylik undersökning — dessa gyttjetyper:

1. Diatomégyttjan,¹ väsentligen bildad resp. karakteriserad af *Melosirers* och *Stephanodiscers* skal. — Jfr l. c., tafl. 3, fig. 42.

2. Cyanophycégyttjan, hufvudsakligen bestående af mer eller mindre sammanflytande »Klatter af oplöste Cyanophycéer». — Jfr l. c., tafl. 3, fig. 43.

3. Kitingyttjan,² till en väsentlig del bildad genom *Bosmina*-skal resp. skal af vissa andra cladocerer, dock icke *Daphnia* men väl t. ex. *Chydorus*. — Jfr l. c., tafl. 3, fig. 44.

Det framgår till fullo af WESENBERG-LUND's utredningar, att han med dessa benämningar icke endast velat framhålla vissa karaktärformer för nutidens i bildning varande gyttjor, utan att han fastmer därmed afser att framhålla det väsentligen för aflagringarna ifrågakommande byggnadsmaterialet: en diatomégyttja är t. ex.

¹ Med hänsyn till den obetydliga roll, som *diatomé*-lämningarna spela på större djup i insjöar, har WESENBERG-LUND framhållit sannolikheten däraf, att skelettbildningarna ifråga ofta nog redan upplösas under bottenfällningens gång; jfr äfven WESENBERG-LUND och BRÜNSTED 1912. Otvifvelaktigt är, att detta resonemang erbjuder en viss grad af graduell skiftning; ty det måste ju förutsättas, att exempelvis de tjockväggiga *Melosirerna* kunna uppnå ett afsevärdt större djup — enligt WESENBERG-LUND's egna fastställanden åtminstone upptill 40 m — än t. ex. *Tabellarier*, hvilka dock i sin tur i detta hänseende måste anses afsevärdt bättre lottade än t. ex. *Rhizosolenier*, hvilkas sedimentering i större skala näppeligen torde möjliggöras utom i mycket grunda (väl endast några m djupa) vatten. De kiselbildande bottensedimentens beskaffenhet blir alltså på detta sätt icke endast en funktion af planktonformationernas art utan äfven af vattnets djup — därtill också af bottenmiljöns större eller mindre upplösande förmåga. Jfr närmare i den speciella afdelningen. Kiselbildningarnas ringa betydelse för bottensedimentens beskaffenhet i de djupa Schweizarsjöarna är alltså från dessa sunpunkter lätt förståelig; jfr FRÜH und SCHRÖTER 1904. — Ang. dylika upplösningsföreteelser jämföre man äfven J. FRENZEL 1897.

² WESENBERG-LUND's l. c. framställda uppfattning angående de »skelettbildande» substansernas natur tarfvar i flera hänseenden en ganska grundlig revision. Så bestå t. ex. *Dinobryums* cylindrar ej, som han uppgifver, af kitin, utan af renaste cellulosa; och *chrysomonadernas* kiselsporer böra näppeligen i ett arbete sådant som detta anföras som »stärkt fortykkede Kitinvægge». — I och med påvisandet af det oriktiga i dessa utgångspunkter faller tydligen också utan vidare hela det resonemang, som därå fotats, angående de olika växt- och djurlämningarnas resistens samt angående möjligheten till af dylika sediment bildade resp. karakteriserade aflagringar.

ej endast en af kiselalger mikroskopiskt karakteriserad gyttja utan fastmer en just af dessa former till alldeles öfvervägande grad uppbyggd aflagring. Det synes emellertid under sådana omständigheter själfklart, att de uppställda rent planktogena gyttjetyperna näppeligen kunna tänkas erbjuda en mera vidsträckt utbredning; ty förutsättningen för deras uppkomst är ju dock en kvalitativt så specialiserad och därtill kvantitativt så anmärkningsvärdt hög planktonproduktion, att dylika förhållanden på det hela taget snarast måste representera undantagsfall. Också anför WESENBERG-LUND endast ett par exempel på den af honom uppställda diatomé-gyttjan, förklarar kitingyttjan vara utomordentligt sällsynt (huruvida uppställandet af denna typ motiveras af mer än en enda lokal, Bagsværdsö, synes osäkert), hvaremot cyanophycégyttjorna enligt WESENBERG-LUND i viss mån måste anses som ett karakteristikon för många af Danmarks grundare sjöar.

Detta klassificeringsförsök är alltså det första som föreligger med hänsyn till nutidens i bildning varande aflagringar. Redan ungefärligen 20 år före WESENBERG-LUND (1901) hade dock TRYBOM (1883) verkställt en synnerligen instruktiv utredning öfver den pelagiska regionens slambildningar; såväl den af pelagiska kiselalger som cladocerer dominerade gyttjan var TRYBOM väl bekant, men någon gruppering af dessa typer enligt allmänna synpunkter har han dock icke vidtagit. En af WESENBERG-LUND's typer var dock redan sedan länge äfven till namnet väl bekant; ty i sin monografi öfver Genève-sjön har FOREL (1892) icke endast framhållit den ofta massvisa förekomsten af *entomostracé*-lämningar i gyttjan (*l'alluvion du lac*) utan därtill faktiskt också föranledts att för en aflagring af denna typ föreslå en speciell benämning: »que la vase qui les renferme mériterait peut-être d'être caractérisée par un nom spécial, en analogie avec les boues de l'Océan, et d'être appelée vase ou boue à entomostracées.» L. c. p. 118.

Den empiriska motivering, som WESENBERG-LUND förebragt i och för uppställandet af sina tre typer för nutidens i bildning varande gyttjor, är — i hvad de rena planktongyttjorna beträffar — synbarligen fotad på ett ganska obetydligt undersökningsmaterial och tyckes därför ytterligare fastslå deras karaktär af undantagsfall. Han framhåller visserligen själf förekomsten af talrika blandningstyper, och då man besinnar de danska sjöarnas åtminstone med hänsyn till plankton högproduktiva karaktär (jfr WESENBERG-LUND, l. c. 1904 och 1908), så förefaller det också ganska sannolikt, att man faktiskt för dylika vatten ofta nog skulle kunna ha att räkna med verkligt planktogena gyttjor, till en absolut öfvervägande del bildade af de tre ofvan angifna den pelagiska regionens organogena sedimenttyper; ehuru oftast i blandningsformationer och mera sällan i de rena produktioner, som beskrifvits som kisel-, kitin- och cyanophycé-gyttjans bildningstyper. Jfr äfvenledes P. SCHIEMENZ 1903 och R. KOLKWITZ 1911 a, där likartade bildningar blifvit beskrifna.

Helt annorlunda måste emellertid förhållandena på detta område gestalta sig i våra urbergsvatten. Vi skola i det följande närmare lära känna dess i jämförelse med Norra Tysklands och Danmarks mera näringsrika sjöar såväl kvalitativt afvikande

som också framförallt med hänsyn till produktionens kvantitativa förlopp väsentligt olika planktonbiologi. Det är under sådana omständigheter själfklart, att jag vid de följande diskussionerna öfver gyttje- och dyaflagringarnas struktur i dessa vatten icke utan vidare skall kunna följa den ofvan refererade terminologien. Jag finner det därför, innan jag kan ingå på den speciella framställningen, alldeles nödvändigt att verkställa en närmare terminologisk utredning af dessa frågor, därmed i första hand afseende att lägga en klar formell grundval för de företeelser, hvilka senare skola närmare diskuteras.

Begreppen gyttja och dy ha som bekant införts i den vetenskapliga litteraturen genom HAMPUS VON POST, som framför allt i sin berömda publikation af år 1862 närmare diskuterat desamma i deras inbördes förhållande; jfr dock äfvenledes l. c. 1855, 1860 och 1894. Gytthan definieras här (1862) som en väsentligen koprogen¹ bildning, till afsevärd del uppbyggd af grå eller grågröna gytringar af organiskt ursprung men med ett högst karakteristiskt och äfven kvantitativt betydelsefullt inslag af allehanda lämningar efter mikroorganismer, särskildt diatoméskal. Det är en »*både i vått och torrt tillstånd grå*,² i fuktigt elastisk massa, som aflagrar sig på botten af de *klara och rena vatten*,² källor, bäckar, sjöar o. s. v., närmast sanden eller leran». Hvad dyn beträffar, så synes HAMPUS VON POST för densammas vidkommande tillerkänna sedimenten af mikroskopiska organismer endast en mindre betydelse; en mera väsentlig karaktär synes honom däremot vara en höggradig inblandning af trådiga växtlämningar. Den är vidare — och det är nog här det principiella — »genomträngd och omblandad med *bruna gytringar af mullämnen*, så att den *i fuktigt eller vått, äfvensom torrt tillstånd visar sig med en mer eller mindre brun, ända till svartbrun färg*.² Den aflagrar sig på botten af de *brunfärgadt vatten*² förande sjöarne (s. k. dysjöarne) och andra smärre fördjupningar på jordytan.»

Detta är alltså de i första hand grundläggande definitioner, som måste vara reglerande för den följande framställningen. De ha sedermera vidare utförts i litteraturen öfver kvartärgeologiska spörsmål — en litteratur, som jag tydligen med hänsyn till mina egna undersökningars egentliga ändamål dock här i det stora hela icke har anledning att närmare referera. Afhandlingar af en mera allmän läggning resp. berörande nomenklaturfrågor torde emellertid äfven i detta sammanhang böra medtagas. Häraf komma väsentligen följande i fråga: G. ANDERSSON 1896, 1898 FRÜH och SHRÖTER 1904, L. VON POST 1909, C. A. WEBER 1902, 1907, 1908.

När HAMPUS VON POST 1862 publicerade sina studier öfver nutidens koprogena jordbildningar, existerade ännu icke planktonforskning, lika så litet som en limnobiologi öfver hufvud taget. Det är ju under sådana omständigheter ganska själfklart, att han icke närmare kunde till dess detaljer utreda sedimentens växlande härkomst; men det torde icke kunna anses obefogadt att fastslå, hurusom troligen redan denne skarpsynte forskare insett existensen af ett pelagiskt växt- och djurlif och dess bety-

¹ Detta begrepp är tydligen för första gången uppställt af H. VON POST, l. c. 1862, där det p. 59 om de af honom studerade bildningarna heter: »af djurträck företrädesvis bildade och därför '*koprogena*' förslagsvis benämnda». — Begreppet afser tydligen bildningarnas form; urmaterialet är ju öfvervägande fytogent.

² Kursiveringen är referentens.

delse för gyttjornas bildningshistoria. Han skrifver nämligen på tal om sjögyttjan (l. c., p. 13 och 14) bl. a. följande: »Karakteristiska för de djupare delarne äro *Suri-rellæ* och stora *Pinnulariæ*, och kanske några *Melosira*-arter, men jag känner ännu icke, huruvida dessa arter fortleva vid botten i sjöarne eller om de från ytan endast här samlas.¹ Något rikligare utbildadt lif, antingen af Diatomeer eller af Infusorier har jag icke lyckats anträffa på sjöarnes botten.» — Emellertid, den närmare kännedom om dessa frågor daterar sig dock först från en senare tid, särskildt från 90-talets studier öfver sötvattnets plankton. När därför WESENBERG-LUND i det närmaste 40 år efter den tid, då HAMPUS VON POST lade grunden till de gyttje- och dybiologiska studierna — hvilka sedan (väsentligen på 90-talet) förts vidare af TRYBOM — på nytt upptog dessa frågor till behandling, så hade han också att bygga på en helt annan och mycket mera mångsidig grundval. Sötvattnets planktonförhållanden voro nu ganska väl kända; och WESENBERG-LUND sökte också vid sina studier att förklara bottensedimentens struktur ur vattnets planktonbiologi — ett spörsmål som visserligen ingalunda varit obekant för äldre forskare (jfr t. ex. TRYBOM's talrika skrifter) men som dock först af WESENBERG-LUND ernått sin första lösning på ett mera mångsidigt och tillfredsställande sätt. I sin afhandling bygger WESENBERG-LUND vidare på den af HAMPUS VON POST och TRYBOM en gång lagda grunden. I öfverensstämmelse med H. v. POST benämner han aflagringarna gyttja — några dy-aflagringar ha icke blifvit studerade af den danske forskaren; ej heller af andra limnologer — och förklarar dem till en väsentlig del uppbyggda af mikroskopiska organismers lämningar. I detta samband framföres alltså för första gången i denna litteratur på ett mera mångsidigt sätt problemet om plankton som sedimentbildande faktor. De gyttjor, som enligt WESENBERG-LUND till en väsentlig del bildas af bottenfälda planktonorganismer, ha i det föregående (sid. 20) korteligen omnämnts.

Redan HAMPUS VON POST särskilde en strandgyttja resp. -dy från den typiska sjögyttjan resp. -dyn; gränsen mellan deras utbildningsområden finner han ungefärligen markerad vid den fanerogama strandvegetationens yttersta associationer. WESENBERG-LUND har accepterat samma terminologi men i öfverensstämmelse med sin uppfattning om strandregionens beskaffenhet i de större danska sjöarna flyttat gränsen till 9 m:s kurvan. Huru förhållandena enligt hans mening gestalta sig i smärre, mindre djupa sjöar, framgår icke af hans publikation; men då åtminstone en af hans gyttjetyper utförligen beskrifves från en dylik — den för öfrigt tydligen enda af honom kända lokalen, Bagsværdssø — och från ett djup af 4 m, så vill det tyckas, som om han icke alltid tillmätte denna batymetriska synpunkt någon genomfört grundläggande betydelse. Det är för öfrigt själfklart, att denna gräns måste variera allt efter litoralvegetationen större eller mindre djupgående — en omständighet, som i sin tur bl. a., och till en mycket väsentlig del, beror af vattnets klarhet och genomtränglighet för ljus.

Jag kommer i det följande uteslutande att uppehålla mig vid den pelagiska regionens dy- och gyttjebildningar. Härmed betecknar jag alltså alla sådana af makrofytformationer icke bevuxna aflagringar, hvilka uppstå under

¹ Kursiveringen är referentens.

en fri och öppen vattenyta, där djupet eller andra faktorer förhindra densammas igenväxande. Benämningen »den pelagiska regionens dy- och gyttjebildningar» kan möjligen vid första påseendet förefalla något olämplig; ty den pelagiska regionen omfattar ju dock endast det fria vattnet själft, hvaremot för bottensedimentens vidkommande äfven från strandregionen o. s. v. härledbara bildningar i större eller mindre utsträckning göra sig gällande. Jag har emellertid icke desto mindre valt den anförda beteckningen, därmed särskildt afseende att accentuera den moderformation, hvarur resp. hvarunder dessa aflagringar äro att härleda. — Hvad själfva namnet »pelagisk» beträffar, så torde man visserligen kunna diskutera, i hvad mån detta bör föredragas framför »limnetisk». Med hänsyn till FOREL's (1901 p. 173) med stor skärpa gjorda uttalande i denna nomenklaturfråga — »das Wort limnetisch sollte verpönt sein» — har jag emellertid funnit det lämpligt att hädanefters alldeles undvika denna beteckning och i stället med genomförd konsekvens använda ordet pelagisk. Aflagringarna i fråga kunna alltså korteligen benämnas pelagiska; men — såsom icke varande bildade uteslutande af planktogena sediment — däremot icke eupelagiska. Jfr den oceanografiska terminologien, t. ex. hos KRÜMMEL l. c. 1907.

Hvad den pelagiska regionens bottensediment beträffar, så uppdelas dessa liksom litoralregionens i dy- och gyttjebildningar. Följer man därvid med genomförd konsekvens H. v. POST (väsentligen l. c. 1860 resp. 1862), så skulle emellertid effekten däraf visserligen bli en ytterst skarp utskiljning af de båda olika sjötyperna — dy- resp. gyttjesjön — men af denna möjligen rent formellt fullt riktiga schematisering framgår dock vid närmare påseende vissa mindre hållbara konsekvenser. Detta synes fastmera motivera en något mera allsidig tolkning af H. v. POST's grundläggande definitioner. Enligt dessa uppstår ju nämligen gyttjan »på bottnen af de klara och rena vattnen» (l. c. 1862, p. 7); hvaremot »ett af humussyror mer eller mindre brunt färgadt vatten» föranleder uppkomsten af dy. Nästan än tydligare formuleras detta, l. c. 1860 p. 50, så, att »detta gulaktiga eller bruna vatten tyckes mig vara en nödvändig karaktär för möjligheten af dylagens uppkomst; därförutan bildas endast gyttja». Dyls egenskap af i första hand en utfällning ur brunfärgadt vatten framhålles f. ö. med stor skärpa i H. v. POST's sista afhandling öfver dessa frågor; jfr l. c. 1894. Den formellt riktiga slutsatsen af dessa grundläggande definitioner måste tydligen bli den, att samtliga våra gula eller bruna urbergsvatten — eller, som man i enlighet med O. ASCHAN's undersökningar (1906) lämpligen torde böra kalla dem: humusvatten — ingalunda äro gyttjeförande utan fastmera f. n. måste anses befinna sig i det dybildande stadiet. Undersökes emellertid en dylik aflagring från ett relativt svagt gulfärgadt urbergsvatten (t. ex. sjön Stråken vid Aneboda), så visar den sig dock vid närmare påseende ingalunda vara en typisk dybildning utan fastmera erbjuda ett flertal af de karaktärer, som af H. v. POST anföras såsom utmärkande för gyttjan. Innan jag emellertid öfvergår till en närmare diskussion angående dylika öfvergångsformer, torde det vara lämpligt att i en schematisk öfversikt korteligen — till dels i ordagranna citat — sammanfatta de åtskill-

nadskaraktärer för dy och gyttja, som i första hand framhållits af H. v. Post, väsentligen i hans arbeten af 1860 och 1862. Härmed öfverensstämma i princip senare författares synpunkter, ehuru väl de terminologiska utgångspunkterna (jfr schemat sid. 27) afsevärdt växla.

Aflagrings benämning.	Sjögyttja.	Sjödý.
Moderformation	Ett »rent, klart och färglöst vatten» med dess växt- och djurformationer; samt till någon del en inverkan från kringliggande marker.	Ett »gulaktigt eller gulbrunt vatten» med dess växt- och djurformationer; samt till en mycket väsentlig del en inverkan från kringliggande marker.
Sedimentet är med hänsyn till		
1. Färg		
a) i vått tillstånd	Merendels grått.	»Brunaktigt, ända till svart.»
b) i torkadt tillstånd	Rent grått.	Ibland mörkare, ibland ljusare än i vått tillstånd.
2. Mikrostruktur	»Bruna mullämnerna» saknas alldeles; koprogena bildningar dominera jämsides med skelettresterna af i första hand mikroskopiska växter och djur.	»Bruna mullämnerna» bilda hufvudmassan; koprogena bildningar spela jämsides med skelettresterna af växter och djur ofta en mera underordnad roll.
3. Förhållande till alkalier	Extrakt relativt färglöst.	Extrakt utprägladt gulaktigt till kraftigt röd- eller mörkbrunt.

Jämför man nu från dessa synpunkter den pelagiskt bildade aflagringen i en urbergssjö med svagt gult vatten resp. i en typisk dysjö (alltså med intensivt mörkbrunt vatten), så visar det sig, att den sistnämnda bildningen utan tvekan är att hänföra under H. v. Post's begrepp sjödý: härför tala i genomförd öfverensstämmelse samtliga de i tabellen anförda åtskillnadskaraktärerna. Något annorlunda förhåller sig emellertid provet från en urbergssjö med svagt gulfärgadt vatten (t. ex. Stråken vid Aneboda). Här visar sig nämligen aflagringen i fuktigt tillstånd snarast brunaktig till färgen; torkad antar den emellertid en ljusgrå färg. Mikrostrukturen visar en viss halt af utflockade bruna humuskolloider; de koprogena bildningarna äro af en ganska stor betydelse för totalfysionomien; deras färg växlar emellan grått, röd- och mörkbrunt. Behandlad med kall natronlut ger sedimentet i fråga ett svagt gulfärgadt extrakt. En typisk sjödý föreligger alltså icke här, trots det gulaktiga vattnet. Den visar fastmer väsentliga beröringspunkter med gyttjan, från

hvilken den dock avviker genom en viss, men i jämförelse med en typisk dysjö relativt ringa halt af bruna humuskolloider. Aflagringen ifråga måste alltså snarast betecknas som en dyblandad gyttja — ett begrepp, som för öfrigt ingalunda var H. v. POST främmande, då han ofta nog i sina arbeten talar om dylika öfvergångstyper mellan dy och gyttja. Det framgår emellertid också utan vidare af denna jämförelse, att man endast med en viss reservation kan tillämpa H. v. POST's uppfattning om färgen hos det vatten, hvarur resp. aflagringar uppstå: gyttjan bildas ju nämligen, icke allenast i de »rena, klara och färglösa¹ vattnen» utan äfven i svagt gulaktiga. Med tilltagande gul- resp. brunfärgning hos vattnet tilltar emellertid äfven den sedimenterade mängden af utflockade humuskolloider, hvarigenom sålunda en serie af öfvergångsformationer uppstå, där gyttjekaraktern i samband med de planktogena sedimentens aftagande betydelse allt mer och mer försvinner för att i extrema fall lämna plats för en bildning af sjödy i detta ords egentliga betydelse. Flertalet af våra färglösa resp. svagt gulfärgade urbergsvatten föra alltså en mer eller mindre dyblandad gyttja, hvar emot sjödyn i dess mera utpräglade form endast uppträder i sådana sjöar, där vattnets egenfärg till följd af lösta humusämnen är intensivt röd- eller svartbrun och där det sedimentbildande plankton befinner sig i ett afgjort produktionsminimum.

Vi erhålla alltså väsentligen tre olika typer af från den pelagiska regionen bildade aflagringar: gyttjan, dyn och däremellan ett synnerligen diffust begränsadt öfvergångsstadium. Den härför brukliga terminologien upptar emellertid ett mycket stort antal benämningar, hvilka dock otvifvelaktigt enligt min uppfattning samtliga kunna återföras till de af H. v. POST uppställda grundbegreppen. En närmare utredning af dessa terminologiska frågor sådana de utvecklats inom den geologiska litteraturen återfinnes framför allt hos J. FRÜH och C. SCHÖTER (1904) samt hos H. POTONIE (1908). Som en kortfattad öfversikt öfver synonymiken sådan den gestaltar sig för de grundläggande arbetena på området resp. i gängse handböcker och arbeten af en mera allmän läggning torde emellertid efterföljande skematiska öfversikt kunna uppställas. Som en sammanfattande beteckning för dessa bildningar finner jag uttrycket slamaflagringar ganska lämpligt och detta såväl på svenska som tyska, Schlamm. Att — som RAMANN — öfversätta gyttja med det högst diffusa uttrycket »Schlamm» finner jag därför synnerligen olämpligt och måste på denna grund, då jag icke heller finner WOLLNY's sammanställning i dessa frågor tillräckligt genomförd eller de i första hand geologiskt intresserade forskarnas begrepp tillräckligt klara, endast antaga POTONIE's beteckningar såsom en tjänlig synonymik till de af H. v. POST gifna begreppen, hvilka, om också ursprungligen rent svenska namn, dock under tidernas lopp ernått en ställning som internationellt tillämpliga vetenskapliga begrepp.

¹ Med »färglös» afser tydligen H. v. POST endast frånvaron af humusämnen: alltså en begreppsbestämning angående vattnets egenfärg allena. Det är eljes själfklart, att gyttjebildningen måste förlöpa med en för öfrigt öfvernormal snabbhet i genom högproduktion af plankton färgade vatten. Särskildt POTONIE har tillbörligen (1908) beaktat denna synpunkt.

Öfversikt öfver viktigare synonymer till begreppen gyttja och dy

<i>Gyttja.</i>	<i>Dygyttja.</i>	<i>Dy.</i>
H. v. POST, l. c. 1862, Jfr äfven- ledes l. c. 1855, 1860.	H. v. POST, l. c. 1862.	H. v. POST, l. c. 1862, Jfr äfven- ledes l. c. 1855, 1860.
<i>Schlamm.</i> RAMANN, l. c. 1888.	<i>Moorschlamm.</i> RAMANN, l. c. 1888.	<i>Moorboden.</i> RAMANN, l. c. 1888.
<i>Schlammull.</i> WOLLNY, l. c. 1897.		<i>Schlammthorf.</i> WOLLNY, l. c. 1897.
<i>Schlammthorf.</i> WEBER, l. c. 1902.		<i>Muddethorf.</i> WEBER, l. c. 1902.
<i>Mudde.</i> FRÜH och SCHRÖTER, l. c. 1904.		<i>Limmisk torf.</i> FRÜH och SCHRÖTER, l. c. 1904.
<i>Faulschlamm, Sapropel.</i> POTONIE, l. c. 1908.	<i>Dopplerit-Sapropel.</i> POTONIE, l. c. 1908.	<i>Dopplerit.</i> POTONIE, l. c. 1908.
<i>Mudde.</i> WEBER, l. c. 1908.		<i>Torfmudde.</i> WEBER, l. c. 1908.
<i>Schlamm.</i> RAMANN, l. c. 1911.		<i>Mudde.</i> RAMANN, l. c. 1911.

Sammanfattas korteligen betingelserna för uppkomsten af dessa olika bildningar (ang. åtskillnadskaraktärer jämföre man tab. sid. 25), så erhålles denna öfversikt:

Aflagrings beteckning	Gyttja	Dygyttja	Dy
Moderformation: Ett öppet vat- ten, hvilkets halt af humus- ämnen och därmed brunfärgning		i tilltagande →	
De sedimentbildande faktorernas be- tydelse med hänsyn till			
1. Plankton		← i tilltagande	
2. Gröfre, obearbetade väf- nadsfragment		i tilltagande →	
3. Utflockade humuskolloider		i tilltagande →	
Bottenfaunans bearbetande verk- samhet		← i tilltagande	

Detta skema afser alltså den genetiska synpunkten; det förut (sid. 25) meddelade däremot mera den habituella.

Hvad emellertid de däri meddelade karaktärerna för dy och gyttja beträffar, torde dock ännu en punkt förtjäna ett något närmare intresse, nämligen den, som angår aflagringarnas färg i fuktigt tillstånd. Enligt H. v. Post är ju nämligen gyttjan »både i vått och torrt tillstånd» grå; inblandning af järnföreningar i öfverdrifven mängd förorsaka en röd nyans, hvaremot — inom mosstrakter — en mörkare, ända till svart dylik beror af gyttjans här ofta påfallande halt af »dy», d. v. s. enligt modernt språkbruk utflockade humuskolloider. En i fuktigt tillstånd svart aflagring representerar inom dessa trakter alltså en typisk dybildning. Helt annorlunda synas emellertid förhållandena gestalta sig i en del af de af WESENBERG-LUND undersökta sjöarna i Danmark, särskildt i en del smärre vatten, representerande cyanophycé-gyttjans typ. Han talar nämligen i detta sammanhang uttryckligen om synnerligen mörka, ja svarta aflagringar. Så cyanophycé-gyttjan, hvilken betecknas som i påfallande grad mörkfärgad: »blåsort» (l. c. p. 110). Tydligt strider detta alldeles mot de af H. v. Post gifna och i det föregående citerade definitionerna om gyttjan såsom en »både i vått och torrt tillstånd» grå bildning. Frågan är nu, hur ett fall som detta rätteligen bör tolkas. För mig personligen synes det därvid först och främst icke alldeles osannolikt, att den svarta cyanophycé-gyttjan icke alls existerar i ytlagret utan först på en obetydlig nivå inunder, så att ett öfverlagrande gråaktigt skikt af mindre tjocklek kan representera den syrgasspärr, som tydligt måste anses erforderlig för uppkomsten af en dylik efter allt att döma af starka reduktionsprocesser karakteriserad aflagring. Liknande förhållanden äro mig nämligen bekanta från svenska lokaler. Som lätt inses, kunna dylika frågor dock endast diskuteras med stöd af på ett eller annat sätt tagna profilprof: skraptekniken — WESENBERG-LUND's och många andras universalmetod — misslyckas här alldeles, då man nämligen på detta sätt får ett blandningsprof af de bägge lagren, hvarvid det undres blåsvarta färg alldeles täcker det öfres ljusgrå. Detta kan alltså i hvarje fall vara en möjlighet till förklaring af den blåsvarta cyanophycégyttjans högst anmärkningsvärda fysionomi. Med hänsyn till de danska småsjöarnas afsevärda *cyanophycé*-produktioner torde man dock där mycket väl kunna tänka sig en redan i öfversta skiktet fullt svärtad aflagring; men något bevis härför har dock ej presterats af den danske forskaren. Ett empiriskt faktum i denna stil representeras emellertid af R. KOLKWITZ' undersökningar från Lietzensee vid Berlin (jfr l. c. 1909, 1914). Existensen af svarta slamaflagringar af planktogen natur är alltså otvifvelaktig. Den skillnad, som föreligger mellan de svarta gyttje- resp. dybildningarna, är dock uppenbarligen af en grundväsentlig natur: å ena sidan de af häftiga reduktionsprocesser karakteriserade svarta cyanophycégyttjorna — å den andra sidan humussjöarnas nästan en antiseptisk impregnering antydande svartbruna dyafslagringar.

Efter dessa utredningar angående de för gyttje- och dybildningarna grundläggande definitionerna återgår jag till den pelagiska regionens aflagringar och dess olika

typer. Med hänsyn till de därvid ifrågakommande sedimentens härkomst finner jag det i det följande lämpligt att först och främst särskilja tvänne stora grupper: de limnoautoktona resp. de limnoalloktona typerna. Af dessa innefatta de förstnämnda samtliga sådana sediment, hvilka härröra från vattnets eget lif, vare sig från planktonproduktionen eller de litorala växtformationerna; de sistnämnda däremot sådana, hvilka dit transporterats från kringliggande marker. Dominerar härvid den till sin härkomst icke närmare bestämbara detritus, så finner jag mig böra beteckna dessa aflagringer som dy resp. detritusgyttjor eller — för att tillämpa J. WILHELM's terminologi (1916) — väsentligen peritriptogena sediment. Jag bryter därmed visserligen mot en inom geologien tillämpad specialiserad terminologi (jfr L. v. POST 1909) hvilken reserverar detta första begrepp för en alldeles särskild moderformation: ett relativt grundvatten, framför en mot den pelagiska zonen framryckande *Potamogeton—Nymphaea*-association. — Rent allmänt torde man kunna sammanfatta samtliga under vatten uppkomna bildningar såsom de limniska. Dessa limniska bildningar torde väl sedan lämpligast böra uppdelas i den pelagiska resp. litorala zonens. Gränsen mellan dessa representeras då af den facies, som L. v. POST betraktar som detritusgyttjans moderformation: det fria vattnet strax utanför de mot den pelagiska regionen framryckande flytbladsformationerna. Jag benämner denna öfvergångszon — som i hvarje fall icke kan inrangeras under den pelagiska regionen — såsom den pelagiskt litorala öfvergångszonen; dess gyttja resp. dy är en i viss mån typisk litoral aflagring (alltså med större mängder obearbetadt material i form af fragment af växtväfnader, vissa minerogena sediment etc.), som emellertid från litoralgyttjan s. str. karakteriseras genom en viss halt af planktoniska sediment — en mikroskopisk strukturbild, som alltså utan vidare anger moderformationens egenskap af en öfvergångsställning mellan tvenne regioner: strandens och det fria vattnets. Sålunda kunna i vissa fall inom ett och samma vatten uppträda icke mindre än tre stycken med hänsyn till deras förekomst ganska väl begränsade typer af detritusgyttja: den pelagiska, öfvergångszonens och den litorala. Af dessa består den pelagiska till väsentlig del af en fin detritus och har att uppvisa talrika planktoniska sediment som i hvarje fall högst karakteristiska inslag i dess mikrofysionomi; den pelagiskt-litorala öfvergångszonens detritusgyttja är gröfre och rymmer mindre planktonsediment. Den litorala detritusgyttjan slutligen saknar i väsentlig grad de planktoniska sedimenten, är framförallt gröfre, ofta med en viss halt af minerogena bildningar och visar ofta tendenser till en börjande dybildning.

Vi skola i den följande speciella framställningen närmare lära känna de moderformationer, hvaraf den pelagiska regionens aflagringer inom smärre urbergsvatten äro beroende. Som en förutsättning till den här (sid. 31—34) meddelade skematiska öfversikten öfver dessa bildningar resp. till de nedan diskuterade mikrotekniska undersökningsmetoderna torde emellertid redan här några anmärkningar böra förutskickas. Sålunda göra sig här kitinlämningarna i mindre grad gällande än som synes vara fallet i vissa af exempelvis TRYBOM (1888 p. 495) och senare WESENBERG-LUND undersökta områden. Vidare sakna de särskildt af den sistnämnde anförda *myxophycéerna* här all betydelse som gyttjebildande. Af de tre gyttjetyper, som WESENBERG-LUND

uppställt, möter oss alltså här endast diatomégyttjan; men här väsentligen representerad af helt andra ledformer, än de af honom framhållna. Emellertid framträda här — förutom dybildningen — också en serie nya gyttjebildare, hvilka till dels äro att härleda ur litoralzonens beskaffenhet, dels också ur den pelagiska regionens här i anmärkningsvärd grad specialiserade produktionsbiologi. Bland dessa sediment äro här framförallt att anföra en massproduktion af litoraldiatoméer, till hvilken kalksjöarna tydligen icke ha att uppvisa något motstycke, vidare en ofta anmärkningsvärd rikedom på planktonformer sådana som *Mallomonas*, *Dinobryon* och andra *chrysomonader*, *cycloteller* och *stjärndiatoméer* samt slutligen grönalgen *Botryococcus*. Det är emellertid för dessa vatten karakteristiskt, att sediment af denna natur ofta nog ingalunda utgöra något mera väsentlig beståndsdel af bottenaflagringen: den fina, oftast bruna detritus dominerar fastmer här alldeles, och de ifrågavarande sedimenten komma alltså väsentligen endast i betraktande som mer eller mindre karakteristiska inslag i en för öfrigt ganska ensartad och af utflockade humuskolloider ofta alldeles dominerad formationsbild. Alltså här väsentligen en ofta mer eller mindre dyblandad gyttja, ehuru med en viss halt af såsom sådana påvisbara planktongena sediment. Ju högre planktonproduktionen ligger, dess mer få slamaflagringarna gyttjans karaktär; i sammamån som den aftar och utflockade humuskolloider i stället börja dominera, framträder alltmera tydligt dykaraktären. Af dessa väsentligt olika bildningsförutsättningar bero också aflagringarnas grundväsentligt olika biokemiska förhållanden (jfr särskildt POTONIE 1908) samt däraf också otvifvelaktigt deras växlande produktionsförmåga med hänsyn till den detritusätande bottenfaunan, hvars produktionshöjd i sin tur i väsentlig grad torde vara att anse som reglerande för våra vattens fiskproduktion. Gyttjan är den mera näringsrika bildningen, hvars urmaterial (jfr tab. sid. 27) väsentligen består av fett- och proteinämnen från plankton; dyn, såsom bestående af resistent humufikationsprodukter däremot den näringsfattiga.

Innan jag öfvergår till en schematisk öfversikt öfver de olika typer af den pelagiska regionens slam med hänsyn till dess strukturvariationer, finner jag mig emellertid korteligen böra diskutera den grundläggande undersökningens mikrotekniska förutsättningar. Den gamla primitiva tekniken är den mikroskopiska undersökningen af ett med pipett uttaget våtprof. Då nu emellertid många bildningar (såsom rester af *Mallomonas*, *Rhizosolenia* o. s. v.) till följd af sin subtila struktur resp. ljusbrytningsförhållandena endast med svårighet låta sig påvisas på dylika våtprof och då man i själfva verket — med stöd af i den speciella afdelningen lämnade upplysningar om dessa vattens planktonbiologi — rent teoretiskt måste förutsätta deras närvaro också i bottenprofven, så arbetar jag städse med tre parallella profserier: ett våtprof af vanlig typ, ett torrprof utan vidare efterbehandling — principen *Ausstrich* — och slutligen ett med kanadabalsam efterbehandlad torrprof. Samtliga prof undersökas resp., då så anses erforderligt, mikrofotograferas på vanligt sätt vid en förstoring af 75 à 100 resp. 600 gånger. Af dessa prof användes våtprofvet väsentligen för undersökningar för fastställande af aflagringens gröfre eller finare struktur, vidare med hänsyn till alla gröfre lämningar (exkrementklumpar,

väfnadsfragment o. s. v.), samt rester af myxophycéer och kitinproducerande organismer, pollenkorn, *Botryococcus* o. s. v. Torrprofvet utan efterbehandling reserveras för studier öfver *Mallomonas*-rester o. s. v., och det med kanadabalsam efterbehandlade profvet för diatomologiska undersökningar resp. för studier öfver *chrysomonad*-sporerens roll såsom gyttjebildare. Resultaten af de tre parallellprofvens mikroskopiska undersökning sammanställas sedan till en kvalitativ karakteristik. Några kvantitativa arbetsmetoder har jag däremot icke tillämpat och känner icke heller någon för dessa uppgifter inom limnologien förut genomförd teknik af denna art.¹ Jag finner för öfrigt den med mikrofotografier i erforderlig utsträckning illustrerade kvalitativa karakteristiken i hvarje fall t. v. fullt tillräcklig och under alla omständigheter ojämförligt mycket mer belysande än exempelvis den uppskattningsmetod — tydligen endast skenbart kvantitativa — som tillämpats af TRYBOM.

Jag meddelar nu här en med särskildt hänsyn till de planktoniska sedimenten såsom en gyttjebildande faktor anordnad schematisk öfversikt öfver den pelagiska regionens slamaflagringar. Närmare upplysningar om deras moderformationer resp. biologiska förutsättningar i öfrigt skola — väsentligen i hvad urbergsområdets gyttje- och dybildningar beträffar — närmare diskuteras i den speciella afdelningen. Jag har emellertid i det efterföljande schemat därtill för fullständighetens skull medtagit samtliga mig ur naturen eller litteraturen bekanta nutidsaflagringar från sjöarnas pelagiska region.

Öfversikt

öfver under den pelagiska regionen bildade slamaflagringar.

I. Mera näringsrika vatten.

Gyttjans allmänna fysionomi torde här merendels karakteriseras genom de grå färgtonernas dominans öfver de bruna. — En viss halt af lefvande mikroorganismer (bl. a. trådbakterier, hvaribland svafvelförande former spela en framträdande roll; jfr t. ex. C. SCHRÖTER och O. KIRCHNER l. c. 1896, 1902) är ofta karakteristisk äfven för de större djupens gyttjor i dessa vatten.

¹ Hvad den mekaniska analysen af gyttjor beträffar, så kan man naturligen äfven på detta område tillämpa de härför eljes gängse metoderna. KARL HÜLSEN har i sina talrika afhandlingar fäst stort afseende vid dessa frågor och ofta illustrerat dem med synnerligen belysande diagram. Att i ordets egentliga mening kvantitativa metoder — alltså icke följande den subjektiva uppskattningens teknik; jfr TRYBOM 1889 — äro förut tänkbara äfven vid mera biologiska analyser, synes visserligen ganska själfklart. Det torde dock vara odisputabelt, att den mikrofotografiska framställningen är den rena analysen öfverlägsen icke endast med hänsyn till en ojämförligt snabbare fortgång i arbetet utan äfven genom den för öfrigt endast härigenom möjliggjorda allmänna öfversiktsskildningen.

I motsats till förhållandet inom limnologien ha emellertid de kvantitativa arbetsmetoderna inom den oceanografiska forskningen mera uppmärksamats. Jfr särskildt J. MURRAY och A. F. RENARD (1891), PHILIPPI (1912) och K. ANDRÉE (1912, 1916).

A. De limnoautoktona sedimenten dominera.

I. Mera resistent sediment af biogen natur.

1. Planktogen sediment

ge i dess renhet upphof till den typiska plantongyttjan, sådan den blifvit närmare studerad, först af TRYBOM och efter honom af WESENBERG-LUND, SCHIEMENZ och KOLKWITZ. Hit höra — jfr. sid. 20 — dessa undertyper:

A. Zooplanktogen sediment.

Kitingyttjan.

B. Fytoplanktogen sediment.

- a) Diatomé-gyttjan med karaktärformerna *Melosira*, *Stephanodiscus*.
- b) Myxophycégyttjan (= Cyanophycégyttjan enligt WESENBERG-LUND).

2. Litorigen sediment

af icke peritriptogen natur; alltså sådana som skal af kiselalger, vissa organogena kalkaflagringar o. s. v.

II. Peritriptogen sediment

Sannolikt väsentligen härledbara från den litorala växtformationen, till en mindre del väl också planktogen sediment, upplösta under bottenfällningens gång. Därtill en del organogena kalkaflagringar. — Detritusgyttjan, sannolikt mycket allmän, om också väl merendels kombinerad med andra typer.

B. De limnoalloktona sedimenten dominera.

Till dels bildningar af biogen natur sådana som pollenkoren samt — i mindre vatten synbarligen i en ganska ringa utsträckning — utsvämning från kringliggande marker af minerogena bildningar. Slutligen till dels också transport af plankton från andra sjöar genom rinnande vatten. Jfr härtill särskildt WESENBERG-LUND 1901.

II. De kalkfattiga urbergstrakternas sjöar.

Gyttjan erbjuder här vanligen — till följd af en ofta mer eller mindre utpräglad inblandning af dy — en i fuktigt tillstånd något brunaktig färg. I synnerligen utpräglade humussjöar, där vattnets egenfärg är intensivt gul- eller svartbrun, upphör emellertid den typiska gyttjebildningen för att ersättas af en mera utpräglad dybild-

ning. — Lefvande, morfologiskt påvisbara mikroorganismer uppträda i allmänhet icke i dessa aflagringar, i hvarje fall som helst icke i någon mera påfallande mängd resp. ej heller i de för mera näringsrika bottnar utmärkande formerna.

Aflagringarnas grundläggande beskaffenhet växlar dels med vattenfärgens tilltagande nyansering i brunt (öfvergångsstadier mellan gyttja och dy); dels också med strandformations beskaffenhet, och i så måtto, att en riklig *Sphagnum*-vegetation därstädes i gyttjan resp. dyn afspeglar sig i en mer eller mindre afsevärd halt af typiska *Sphagnum*-fragment. Man torde därför böra särskilja dessa *Sphagnum*-sjöar som en särskild grupp från dem, för hvilkas totalfysionomi *Sphagnum* saknar närmare betydelse. Inom bägge grupperna erhålles så en serie öfvergångstyper mellan gyttja och dy alltefter vattnets tilltagande halt af humusämnen. Då emellertid några principiella skiljaktigheter icke synas existera med hänsyn till de planktogena sedimentens beskaffenhet inom dessa olika sjötyper, finner jag mig i den följande schematiska öfversikten kunna behandla samtliga dessa aflagringstyper tillsammans.

Man finner, som redan i det föregående framhållits, inom urbergsområdet öfver hufvudtaget inga rent planktogena gyttjor; fastmera dominerar den bruna detritus¹ mer eller mindre, så att de planktogena sedimenten ofta nog mera kunna betraktas som karaktärformer än som centrala aflagringsbildare. Dybildningar är också städse påfallande, ofta dominerande. Vidare äro blandningsformationerna mycket karakteristiska för dessa vatten: endast i undantagsfall uppträda mera specialicerade sediment. Den följande öfversikten är därför att betrakta som synnerligen schematisk: de där anförda typerna äro hitintills i allmänhet icke funna i dess renhet i naturen. Om också en dylik ofta nog teoretiskt sedt förefaller synnerligen möjlig, så är dock den naturliga formationsbilden en blandning af ofta mycket talrika bland de här nedan anförda typerna. Med dessa reservationer ger jag den schematiska öfversikten denna form.

A. De limnoautoktona sedimenten dominera.

I. Mera resistent sediment af biogen natur.

1. Planktogena sediment.

A. Zooplanktogena sediment.

Häraf komma endast kitinlämningar af *cladocerer* i fråga.

B. Fytoplanktogena sediment.

Enligt våra hittillsvarande erfarenheter torde följande bildningar böra anföras i detta sammanhang.

¹ CASPARI (1910) framhåller också, att en »brown mud» är »the scottish lochs deposit par excellence». De upplysningar, som lämnas om sediment af planktogen eller eljes mera direkt organogen natur, äro däremot ytterst få. — Förutom detta arbete och POTONIE'S principiella utredning (1908) föreligga så godt som inga upplysningar alls om i bildning varande dyaflagringar resp. dyblandade gyttjor.

- a) Skäl af *diatoméer* med karaktärformerna *Asterionella*, *Cyclotella*, *Tabellaria*.
- b) Sporer af vissa *chrysomonader*, väsentligen *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Uroglena*.
- c) Skelettnålar resp. -plåtar af *Mallomonas*.¹ — Dessa element upplösas emellertid till en väsentlig del snart nog efter slutförd sedimentering, hvadan denna typ — i motsats till flertalet andra — knappast torde kunna representera en permanent aflagring utan snarast en bildning af öfvergående natur.
- d) Hela kolonier af *Botryococcus*.

2. Litorigena bildningar

av icke peritriptogen natur. Särskildt litoraldiatoméer, en formationsgrupp, som ofta i dessa vatten ernår anmärkningsvärda högproduktioner. Särskildt de små *Sphagnum*-sjöarnas ofta ringa utsträckning möjliggör denna till litoralzonen begränsade produktion att alldeles trycka sin prägel äfven på den pelagiska regionens sedimentstrukturer. — Vidare böra i detta sammanhang anföras skelettnålar af *spongiller* äfvensom gröfre väfnadsfragment.

II. Peritriptogena sediment. — Jfr under I A II.

B. De limnoalloktona sedimenten dominera.

Dessa äro här af en mycket ingripande betydelse i vattnets lif. Frånsedt biogena och minerogena bildningar likartade med de, som under I B varit på tal, tillkommer här såsom en realitet af grundläggande betydelse ett för slamaflagringarna mycket afsevärdt sedimenttillskott genom utlakning af olikartade humuskolloider från kringliggande marker, äfvensom ibland mera direkt utsvämmat material.

Urbergsvattnets slamaflagringar karaktäriseras alltså ofta nog inom humusvattnets gebiet genom en mycket afsevärd halt af rent alloktona sediment i form af utflockade humuskolloider, alltså en aquatisk, sekundärt allokton kaustobiolit, för att tillämpa POTONIÉ's terminologi af 1908 resp. 1910.

De planktogenas sedimenten äro sålunda af mindre betydelse. Äfvenledes är inblandningen af lera och fin sand ytterst obetydlig öfverallt i de relativt stagnerande vattnen, med hvilka vi i det följande komma att sysselsätta oss. Totalkaraktären blir alltså för dessa vattens nutida bottenaflagringar en på planktogenas sediment ganska fattig, till stor del af detritus bestående bildning, utan större ler- resp. sandhalt. Förhållandena gestalta sig emellertid äfven i smärre vatten helt annorlunda med tilltagande djup under den nutida gyttjeytan: aflagringen blir där ibland något mera lerig, men framförallt börja planktoniska sediment — väsentligen i form af diatoméer — här spela en rent af dominerande roll. Det hela verkar på denna nivå ofta snarast en mer eller mindre lerig diatomégyttja. Talrika exempel på dessa för-

¹ Då jag i det följande korteligen talar om »rester af *Mallomonas*», så afser jag härmed just nålar eller plåtar; de mera resistentas dauerbildningarna inbegripas emellertid under *chrysomonad*-sporerne.

hållanden — enligt vår åsikt i första hand antydande svunna tiders väsentligt olikartade bildningsbetingelser — skola möta oss i den speciella framställningens »djupprof». Till någon närmare diskussion komma de icke att föranleda, då dessa aflagringar tydligen till väsentlig del representera helt andra lifsepoker än den nutida, hvars moderformationer och sedimentbildning vi i den följande framställningen skola lära närmare känna; jfr f. ö. sid. 11 och pl. 6, fig. 1 och 2.

Sedan aflagringarnas mera detaljerade mikroskopiska fysionomi enligt dessa schemata och efter de tre förut beskrifna parallellprofvens närmare undersökning fastställts, öfvergår jag till att förmedelst några slamningar åvägabringa en viss inblick i de gyttjans gröfre beståndsdelar, hvilka gå förlorade vid den på ort och ställe verkställda siktningen, men hvilkas frekvens dock icke med fördel tillåter några mera genomförda studier på ett vanligt våtprof utan vidare förbehandling. Redan detta ger emellertid en viss uppfattning om de gröfre bildningarnas betydelse för aflagringarnas fysionomi och bör därför ingalunda försummas. Till denna fråga — som alltså väsentligen angår det våtprofvets närmare undersökning i och för fastställandet af aflagringens gröfre resp. finare struktur — återkommer jag i det följande, sedan jag dessförinnan genomgått vissa i samband härmed stående undersökningstekniska resp. mikrofotografiska förutsättningar. Slamningen verkställer jag helt enkelt genom uttvättning och dekantering med vatten på en i ett preparatrör öfverförd ringa mängd af profvet: dess finare beståndsdelar — den lösa, ej i koprogena bildningar öfverförde detritus resp. flertalet lämningar efter mikroorganismer — bortsköljas sålunda, och kvar bli endast gröfre resp. tyngre partiklar: finare sand, exkrementklumpar, fragment af växtväfnader o. s. v. Det sålunda erhållna preparatet monteras bäst på ett objektglas i utspädd glycerin.

Slamningsrestens allmänna fysionomi är ofta nog synnerligen karakteristisk och det måste därför synas mig önskvärdt att på ett eller annat sätt möjliggöra en fotografisk framställning däraf i naturlig storlek — ett önskemål, som f. ö. i väl så stor utsträckning syntes motiveradt äfven för siktresternas vidkommande. Då man nu besinnar, att det här ofta till en högst väsentlig del är fråga om sådana ganska små men icke desto mindre högst distinkta bildningar, om hvilka det är en gammal erfarenhet, att de i allmänhet med största fördel böra framställas i hvitt mot en svart bakgrund, så synes också en fotografisk metod i stil med de P. LINDNER'ska parallelljussilhuetternas teknik (jfr LINDNER 1914) äfven för dessa uppgifter vara synnerligen ändamålsenlig. Under mina studier vid LINDNER's afdelning af Institut für Gärungsgewerbe i Berlin 1915 hade jag också tillfälle att öfvertyga mig om metodens anmärkningsvärda prestationsförmåga äfven ifråga om bildningar, hvilkas storlek t. o. m. understeg $\frac{1}{10}$ mm:s diameter. Då erfarenheten emellertid visat mig, att det för de här föreliggande uppgifterna var fullt tillräckligt att ernå en något så när skarp silhouetteckning af föremål, hvilkas minsta storlek i genomsnitt sällan understeg $\frac{1}{10}$ mm, så modifierade jag härvid också den ursprungliga LINDNER-metoden på ett lika enkelt som grundväsentligt sätt: jag uteslöt just dess principiella anordning, parallelljuset, och framställde mina bilder helt enkelt genom att belysa det på

hinnsidan af ett vanligt gasljuspapper placerade preparatet (vare sig monteradt på objektglas eller fördeladt i en petriskål) med en vanlig metalltrådlampa, ehuru med vidtagande af vissa anordningar till det alltför öfverflödiga sidoljusets ändamålsenliga bortbländning. Tekniken ifråga — jfr närmare min hithörande skrift härom af 1917 — gestaltar sig alltså synnerligen enkel och är i sin användning både snabb och billig. Den synes mig därför utan vidare kunna anbefallas äfven för våra uppgifter, sikt- och slamningsresternas fotografiska framställning. Som exempel på härmed ernådda resultat hänvisar jag till de på pl. I reproducerade bilderna, till hvilkas närmare diskussion, i hvad slamningsresterna angår, jag längre fram återkommer.

För ett närmare studium af slamningsresternas beskaffenhet syntes mig emellertid äfven dess mikrofotografiska framställning synnerligen önskvärd, så mycket mera som det här ofta måste bli fråga om jämförande mätningar, hvilka enligt erfarenheten med större fördel utföras på fotografiska resp. projektiva bilder än på preparatet själf. Den mera genomförda tillämpningen af en mikrofotografi på vanligt sätt skulle emellertid, som lätt inses, här snart gestalta sig alltför dyrbar. Jag har därför principiellt undvikit densamma för dessa uppgifter och i stället tillämpat den af mig förut (l. c. 1915: a) närmare diskuterade mikrofotografiska metoden med användning af gasljuspapper i stället för plåt. Då densamma fungerar med synnerlig precision upp till en förstoring af åtminstone 100 gånger har jag också med stor fördel kunnat tillämpa den vid denna afdelning af de slambiologiska studierna, då de nämligen icke kräva en högre förstoring än allra högst 25 ggr. Däremot har jag tyvärr sett mig nödsakad att alldeles utesluta denna enkla och i sin tillämpning lika prestationskraftiga som prisbilliga metod vid de förut diskuterade, mera detaljerade studierna öfver gyttjans mikrofysionomi — därtill dels tvingad genom de här erforderliga högförstoringarna, dels också af nödvändigheten att framlägga ett på detta område likartadt illustrationsmaterial. Icke heller har den af mig förut beskrifna metoden (l. c. 1915: b) för en mikrofotografi i direkt positiva bilder kunnat komma till användning vid dessa arbeten, bl. a. då jag dessvärre icke disponerat öfver en för dessa uppgifter på samma gång tillräckligt intensiv och konstant ljuskälla. Jag hoppas emellertid längre fram kunna återkomma till dessa tekniska frågor, hvilka för öfrigt — med hänsyn till undersökningsmetodernas af tids- och kostnadssynpunkter beroende tillämplighet — ingalunda sakna sin betydelse för arbetets planmässiga och lugna fortgång.

Slamningsresten synes vara en hitintills ganska obeaktad realitet. TRYBOM har visserligen genom sina »vaskprof» uppmärksammat densamma; men WESENBERG-LUND synes, lika så litet som någon följande forskare på området, ha arbetat med en slamning. Ej heller Sv. EKMAN talar någonstades om af honom verkställda slamningsprof af gyttjan. Han meddelar emellertid (l. c. 1915, p. 191—194) ganska utförliga upplysningar äfven om de i densamma påträffade gröfre bildningar af sådan typ, som jag för min del väsentligen studerat med användning af slamningsprof. Dessa representeras förutom af sand och grus äfvensom hopkittade lerbildningar väsentligen af exkrementklumpar af olika djur (med en bredd växlande mellan 0,6 och 0,2 mm och af en längd upp till 1 mm); enligt Sv. EKMAN's uppfattning torde

de i allmänhet härröra från *oligochæter*. Förutom dessa bildningar har för öfrigt Sv. EKMAN i Vättern äfven på större djup (ända upp till 120 m) kunnat konstatera den allmänna närvaron af en viss f. ö. ganska anmärkningsvärd limonitbildning, i allmänhet endast erbjudande en storlek af 0,5—1 mm. Dylika bildningar — hvilka jag väl i analogi med mina egna erfarenheter från talrika sjömalmsundersökningar till en väsentlig del torde kunna betrakta som effekten af en kring resp. i exkrementklumparna genomförd järnadsorption — har jag emellertid hittills icke i mera utpräglad grad funnit i de af mig undersökta smärre syd- och mellansvenska sjöarnas pelagiska sediment. Fastmer är sjömalmsbildningen där väsentligen begränsad till litoral-regionen resp. till den pelagiskt-litorala öfvergångszonen. Då sålunda dessa bildningar här så godt som icke alls sammanhånga med den pelagiska regionens bottenförhållanden, förbigår jag också i detta sammanhang deras vidare diskussion, till hvilken jag dock snarligen i en annan publikation torde återkomma.

Som ett särskildt karakteristiskt drag för många urbergsvattnets pelagiska slamaflagringar har jag redan i det föregående — i samband med diskussionen öfver siktresternas allmänna fysionomi — framhållit den resistentifieringsprocess, som den en gång genom bottenfaunans verksamhet koncentrerade detritus här synes genomgå. Effekten häraf blir de af rör resp. rödbruna storklumpar dominerade siktresterna resp. de af smärre, hårda och mer eller mindre intensivt rödbruna småklumpar till väsentlig grad bildade slamresterna, hvilkas kvantitativa betydelse står i en påfallande motsats till bottenfaunans konstaterade armod. Dessa koprogena bildningar komma i det följande att mera ingående diskuteras — såväl därför, att jag anser desammas betydelse hitintills genomgående förbisedda vid hithörande studier af mera biologisk art (t. ex. vid boniteringsundersökningar) som ock därför, att jag på goda grunder finner mig kunna tillmäta desamma ett ganska afsevärdt intresse äfven vid diskussioner af mera geologisk natur. Innan jag emellertid öfvergår till den närmare utredningen angående dessa bildningar och deras betydelse för gyttjornas allmänna fysionomi, finner jag mig emellertid böra meddela en schematisk öfversikt öfver de olika typer af slamningsrester, som jag hittills ansett mig kunna särskilja, och hvilka beteckningar i den följande speciella framställningen komma att tillämpas.

I. De litorala aflagringarnas slamningsrester.

Af biogena bildningar spela här exkrementklumparna i allmänhet en ganska underordnad roll; väfnadsfragment resp. af minerogena bildningar sand och grus dominera däremot afgjort — och bäggedera inom urberget ofta i tillstånd af den förjärningsprocess, som i många urbergsvatten för till sjömalmsbildningens karakteristiska formtyper. Vi ha alltså här merendels endast att räkna med

1. den väsentligen trådiga slamningsresten,
2. den sandiga resp. grusiga slamningsresten.
3. inom mera kalkrikare trakter därtill kalkaflagringar af organogen natur.

II. De pelagiska aflagringarnas slamningsrester.

Här dominera af de biogena bildningarna exkrementklumparna alldeles. Grus och sand saknas fullkomligt — åtminstone i smärre vatten resp. i sådana, där tilloppen icke äro af en alldeles dominerande betydelse. Äfvenledes halten af växtväfnader lika såväl som — där sådana möjliga — organogena kalkaflagringar är i allmänhet här högst afsevärdt reducerad. Vi ha alltså i detta fall väsentligen att räkna med följande biogena typer¹:

1. Den af småklumar bildade slamningsresten — i dess rödbruna form ett ytterst påfallande karakteristikon för många urbergsvatten. Uppträder dock sällan absolut ren utan i allmänhet något, om också obetydligt, kombinerad med rör och storklumpar. Möjligen är det förjárnade bildningar af denna natur, som ibland uppföras af TRYBOM som små limonitkorn. Jfr närmare i ett flertal af hans talrika sjöbeskrifningar.

2. Den väsentligen af rör — därjämte stor- och småklumpar — bestående slamningsresten. — Har redan utförligen och vid flera tillfällen skildrats af TRYBOM i hans detaljerade och omsorgsfulla analysprotokoll.

3. Den väsentligen af storklumpar — därjämte rör och småklumpar — bestående slamningsresten.

4. Den väsentligen af väfnadsfragment bestående slamningsresten. — Representerar egentligen en litoral bildningstyp, men erbjuder framförallt i sådana sjöar, hvilka synas stå på ett öfvergångsstadium mellan gyttje- och dybildning, en viss tendens till spridning äfven ut öfver den pelagiska regionens områden.

En del af dessa slamningsrester — särskildt de större elementen — erbjuda tydligen väsentligen samma bild, som de siktresten, hvilka jag afbildat på taflan 1 fig. 1 och 2. Dessa typerna återfinnas i viss mån också bland de pelagiska gyttjornas slamningsrester, om ock småklumparnas inslag i dessa formationsbilder är mera påfallande — en omständighet, som utan vidare framgår ur en jämförelse mellan bilderna Pl. 1, fig. 1 b (Hemtjärn s-rest)² och Pl. 1, fig. 3 a (d:o sl-rest).² Fig. 3 af Pl. 1 har jag uteslutande reserverat för en framställning af de småklumpiga slamresternas fysionomi; här möter oss först (a) Hemtjärns blandningstyp med rör och småklumpar, så (b) en synnerligen typiskt småklumpig siktrest från en af Kloten-området dock i det följande icke närmare medtagna större sjöar; man observere den karakteristiska inblandningen af enstaka rör och storklumpar. Bilderna c och d från respektive Barken och en större småländsk sjö representera goda exem-

¹ Som en teoretisk möjlighet finner jag mig böra hänvisa på det fullt tänkbara af en genom *Holopedium*-kuler i viss mån dominerad slamnings- (resp. sikt-) rest. *Holopedium* representerar nämligen framförallt inom Aneboda-området en synnerligen karakteristisk zooplanktonform. Jag hade därför också väntat mig att finna några genom dess lämningar karakteriserade bottenaflagringar; men något dylikt har jag ännu icke sett. Så mycket mer påfallande, som Sv. EKMAN visat, att *Holopedium*-kuler äfven på djupvatten bottenfällas och sedan representera en i hvarje fall som helst något så när permanent aflagring.

² På detta sätt betecknar jag korteligen siktresten; slam-resten förkortas till sl-rest. Med c-rest (jfr den speciella afdelningen) afser jag däremot den ur vattnet på förut beskrifvet sätt vunna centrifugresten.

pel på den kombineradt små- och storklumpiga slamresten; en genomfördt småklumpig typ möter oss däremot i slamresten från Grissjön (e).¹

Redan dessa bilder meddela en viss orientering öfver de ifrågavarande kropparnas storleksförhållanden. Åtminstone på de genom en briljant svart-hvit kontrast-skärpa karakteriserade originalbilderna — rastertrycket sänker alltid skärpan — kan man utan vidare verkställa ganska noggranna mätningar och finner då, att såväl rörens som storklumparnas bredd i allmänhet ligger vid c:a 1 mm, hvaremot småklumparna i allmänhet knappast mäta $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{5}$ af detta mått. Det är alltså (jfr sid. 14) fullt naturligt, att vi icke erhålla de sistnämnda i våra siktresten, hvaremot såväl af rör som storklumpar dominerade dylika, som redan förut framhållits, visat sig höra till många urbergsvattens karakteristiska företeelser.

En närmare uppfattning om dessa storleksförhållanden äfvensom angående de ifrågavarande bildningarnas betydelse för gyttjeaflagringarnas mikroskopiska fysiologi (u. f.)² vinnes emellertid bäst genom närmare studium af vid lämplig förstoring tagna mikrofotografier. Tack vare den af mig på detta område införda gasljuspapperstekniken har det varit mig möjligt att med relativt obetydlig kostnad på detta sätt fotografera så godt som alla mera representativa dy- och gyttjeprof, med hvilka jag under senare år haft tillfälle sysselsätta mig. En del af dessa bilder från Kloten- resp. Aneboda-området anser jag mig böra publicera här redan inledningsvis såsom i viss mån fotografiska definitioner till de begrepp, hvilka i den följande speciella utredningen ständigt återkomma.

Hänsynstager man väsentligen till aflagringens allmänna struktur, sådan denna framträder för den subjektiva iakttagelsen redan för blotta ögat resp. vid en förstoring af upp till högst 100 gånger, så torde man utan vidare kunna särskilja i första hand två väsentligt skilda strukturer: en finare och en gröfre aflagring. Såväl den ena som den andra typen uppträder inom det kalkfattiga urbergsområdets lika väl som i mera kalkrika traktens sjöar; och de inblandningar, som förläna gyttjan dess gröfre struktur, äro antingen växtlämningar eller de koprogena bildningarna, hvilka senare inom urbergsområdet te sig såsom den i form af rödbruna exkrementklumpar etc. resistantifierade detritus. Vi ha redan i det föregående sett, huru dessa förhållanden trycka sin prägel på sikt- resp. slamningsrester; men redan den direkta undersökningen af profvet u. f. ger dock, som redan framhållits, vissa upplysningar i denna riktning. Från dessa synpunkter kunna vi alltså uppställa följande typer.

I. Den pelagiska regionens slamaflagringar.

A. De finare aflagringarna: den finare detritus dominerar alldeles.

I kalkrikare trakter af en gråaktig, inom urberget snarast rödbrun färg. Halten af väfnadsfragment af olika art resp. genom bottenfaunans verksamhet koncentrerad detritus (koprogena bildningar) obetydlig. Detta fall kan inträda vid före-

¹ Jfr under resp. sjönamn i den speciella framställningen.

² Med u. f. betecknar jag korteligen ett direkt ur profburken utan vidare förbehandling till undersökning uttaget prof.

liggande lagproduktion m. h. t. bottenfaunan äfvensom vid hög planktonproduktion resp. inom dysjöar med ett osedvanligt rikt tillskott af i vattnet utflockade humuskolloider.

B. De gröfre aflagringarna: den finare detritus af en mindre betydelse.

Allt efter områdets geologiska beskaffenhet varierar färgen äfven här; och på likartadt sätt, som i föregående fall. Vi erhålla här följande undertyper.

1. Aflagringarnas grofva struktur förorsakas väsentligen af enhöggradig halt af väfnadsfragment.

a) Kalkrikare sjöar med en öfverdrivet riklig litoral växtlighet.

b) Urbergsvatten, ofta med omgifvande mossar o. s. v., merendels i deciderad öfvergång till dysjöns typ.

2. Aflagringens gröfre struktur förorsakas väsentligen af en i exkrementklumpar öfverförd detritus. I mera näringsrika vatten utan vidare tecken på en synnerligen riklig bottenfauna; inom det kalkfattiga urbergets regioner däremot oftast endast en indikator på den här karaktäristiska resistentifieringsprocessen; jfr sid. 17.

II. Den litorala regionens slamaflagringar.

Här uppträda väsentligen samma typer, ehuru de gröfre aflagringarna tydligen med hänsyn till sedimentens moderformation här i allmänhet öfverväga. Som ett påfallande karakteristikon för många af litoralzonens sedimenttyper tillkommer emellertid en mera afsevärd halt af finare sand och andra minerogena bildningar, hvarigenom de ofta nog utan vidare kunna åtskiljas från den pelagiska regionens aflagringar i dessa smärre vatten. För många urbergsvattens vidkommande därtill smärre limonitbildningar af olika art.

Som en fotografisk demonstration till de begrepp, hvilka i den följande speciella framställningen städse återkomma, har jag redan här funnit mig inledningsvis böra meddela en serie mikrofotografier af olika gyttje- och dytyper resp. deras slamningsrester. Sålunda har jag å fig. 3 vid en förstoring af 20 ggr först afbildat en gyttja af icke särskildt grof struktur från en typisk urbergssjö, Stråken¹ vid Aneboda. Som man ser, dominerar här den lösa detritus (de oregelbundna flockarna) jämsides med småklumpar; väfnadsfragment saknas alldeles — en omständighet, som för öfrigt är själfklar med hänsyn till sjöns i den speciella afdelningen närmare beskrifna beskaffenhet. Däremot afteckna sig en del exkrementklumpar resp. rörfragment skarpt mot fondens finflockiga detritus; halten af de förstnämnda bildningarna är dock i verkligheten något större, än hvad den här reproducerade bilden, tagen efter ett något sönderfallet, formalinkonserverat prof, visar. Slammarna nu denna gyttja, så erhålles en mycket karakteristisk bild af en genom bottenfaunans ganska väl koncentrerad detritus: dock mest rörfragment (på fotografi i allmänhet representerade af kantiga, oregelbundna bildningar) och mindre af intakta exkrementklumpar (på fotografi städse representerade af regelbundet skarpt markerade ovala cylinderformiga bildningar); se fig. 4. Det synes mig, som möjliggjorde bilder af denna art en anmärkningsvärdt god uppfattning äfven om de rent kvantita-

¹ Angående samtliga här och i det följande omnämnda sjöar hänvisas till närmare uppgifter i den speciella delen.

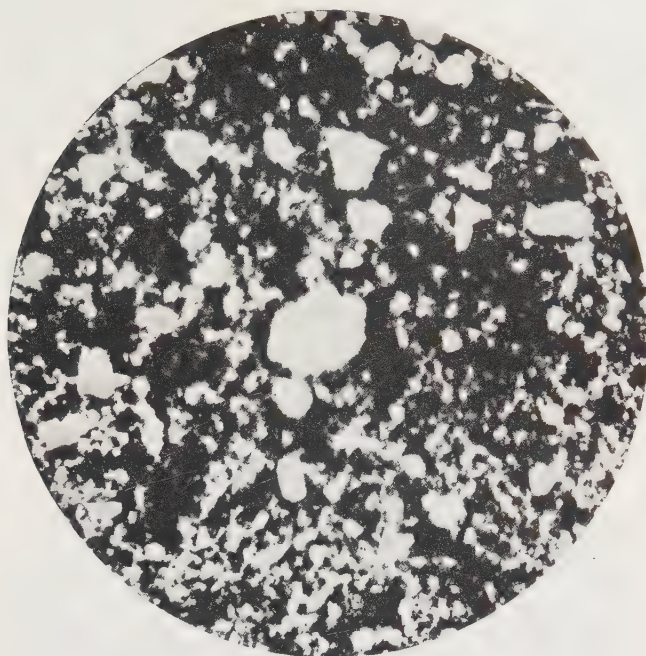


Fig. 3. Sjön Stråkens ytgyttja, u. f. $20/1$.

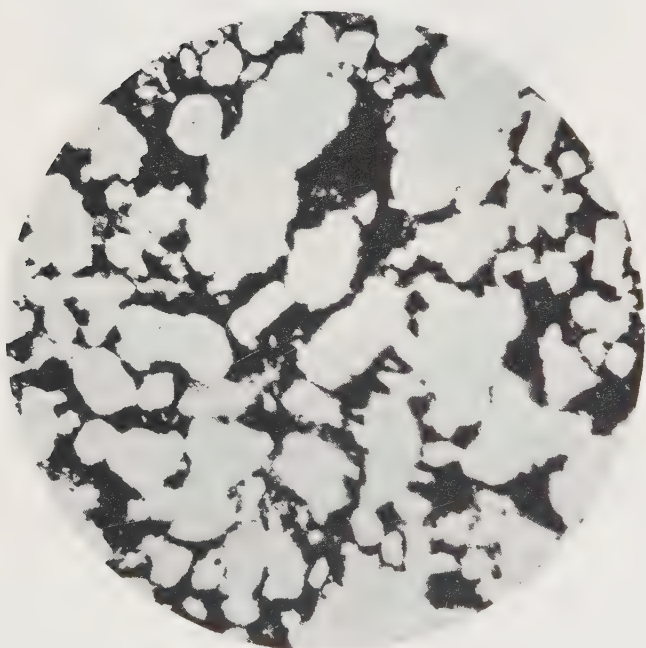


Fig. 4. Stråkens ytgyttja, slammingsrest. $20/1$.

tiva förhållandena — de inbördes relationerna mellan halten af finare resp. gröfre bildningselement. Må vara, att rent kvantitativa undersökningsmetoder äfven på detta område skulle kunna vara af en viss betydelse, men det torde icke kunna förnekas, att den fotografiska tekniken äfven på detta område redan allena möjliggör en ojämförligt större öfverskådlighet, än hvad om ock så exakta analysiffror resp. uppskattningsmetoder i TRYBOM's stil kunna presteras.¹ Fotografien är här, äfvensom enligt min mening öfverhufvud taget på samtliga de områden, där jag har tillämpat densamma för dessa slambilogiska studier, icke längre endast illustrationsteknik, utan höjer sig — för att tala med LINDNER — här enligt min mening till rangen af »Aufnahmen geradezu als urkundliche Belege».

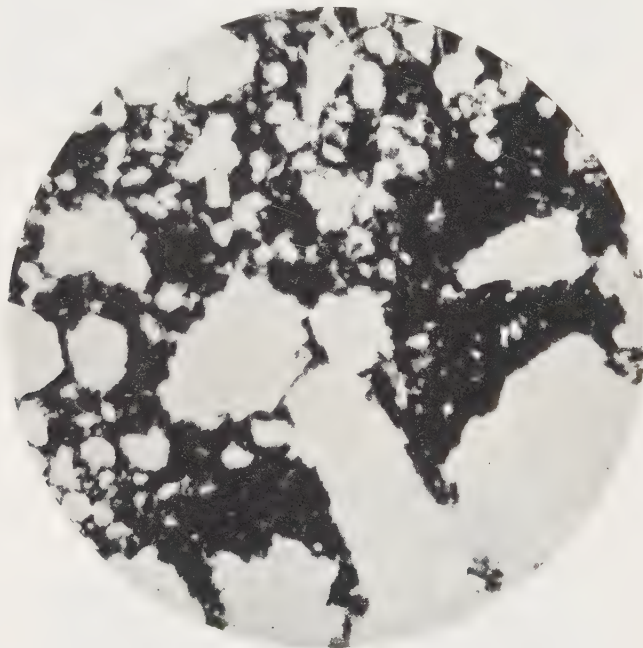


Fig. 5. Förhultsjöns ytgyttja, u. f. 20/1.

Som en femte textafbildning har jag här afbildat hvad jag kallar en mera grofstrukturerad gyttja; här ge i första hand rörbildningar och deras fragment redan u.-f.-provet dess karaktär och sl.-provet (fig. 6) domineras förutom dessa af typiska exkrementklumpar. Till följd af faunans växlande beskaffenhet (storlek) blir det ofta nog svårt att vid första påseende af en fotografi särskilja typiska exkrementklumpar af större *Oligochæter* resp. *Chironomider* från genom senare adsorptionsprocesser förändrade rörfragment af mindre former. Dock äro de sistnämnda till för-

¹ TRYBOM's hufvudarbete med ganska utförliga tabellariska sammanställningar enligt uppskattningsprincipen daterar sig från 1889; jfr litteraturförteckningen. Redan 1883 meddelade han emellertid en enligt min mening synnerligen utmärkt resumé till dessa studier. Då densamma är hållen i form af väsentligt kvalitativt karakteriserande omdömen — hvaremot i. c. 1889 alldeles domineras af den kvasikvantitativa tabellformen —, så möjliggöres tydligen på detta sätt en ganska lärorik jämförelse mellan de båda framställningsmetodernas förtjänster och brister, på samma gång som t. ex. en för TRYBOM's uppskattningsmetod främmande forskare i viss mån kan ernå någon uppfattning därom genom ett samtidigt studium af resuméens karakteristiker.

men merendels mindre regelbundna (jfr fig. 4 och 9), om också påfallande »konvergensbildningar» i vissa fall kunna påvisas. Hvad de här reproducerade fotografierna beträffar, så representera flertalet bildningar af angifven form och af en storlek upp till $\frac{1}{3}$ mm. typiska exkrementklumpar, hvaremot större bildningar (representerade bl. a. i fig. 6) äro att hänföra till genom senare förändringar (»järnimprägnering» o. s. v. jfr sid. 53) förändrade rörfragment.

Ehuru det faller utom ramen för denna afhandlings speciella del att närmare diskutera de litorala gyttje- och dybildningarna, finner jag mig dock som en jämförelse böra göra några hänvisningar angående slamningsresten i våra urbergsvatten typiska litoralsediment. Den som exempel härtill först anförda aflagringen härrör

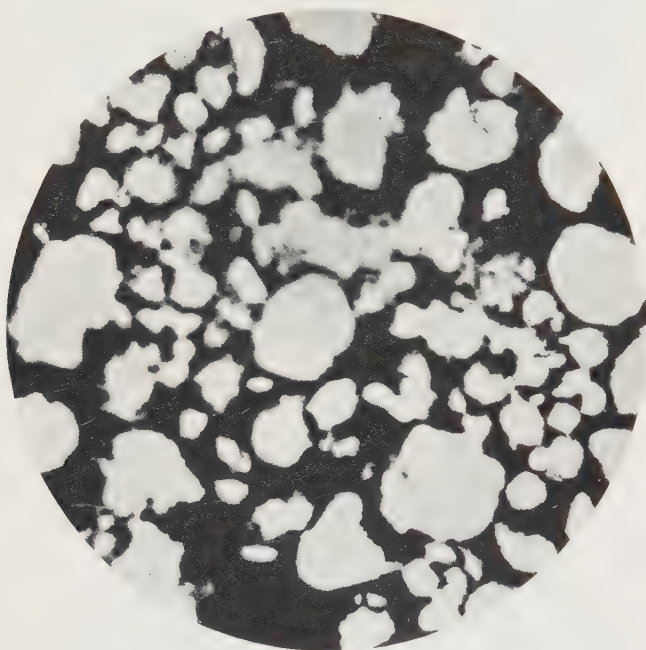


Fig. 6. Förhultssjöns ytyttja, slamningsrest. $\frac{20}{1}$.
Jfr Pl. I, Fig. 2 e.

från samma sjö — Förhultsjön¹ — som den nyss diskuterade grofva detritusgyttjan. Jämför man nu den pelagiska regionens slamningsrest (fig. 6) med den mera litoralas (fig. 7), så är skillnaden lika påtaglig som också belysande: strandbildningen avviker från den pelagiska och har sin centrala karaktär gifven genom en högst afsevärd halt af fin sand — en bildning, som tydligen måste vara lika utmärkande för dessa sjöars ofta sandigt grusiga stränder, som den tydligen vore fullständigt otänkbar som ett pelagiskt sediment i vatten af denna natur. Alltså: ju mer man nalkas stranden, dess mer dominerar sanden öfver de koprogena bildningarna. I andra fall är det framförallt väfnadsfragment, som ge den litorala slamningsresten dess karaktär. Totalfysionomien öfverensstämmer då med sådana bildningar, som framställts på fig. 13—14, alltefter omgifningarnas beskaffenhet med eller utan *Sphagnum*.

¹ Jfr vidare under resp. sjönamn i undersökningens speciella del.

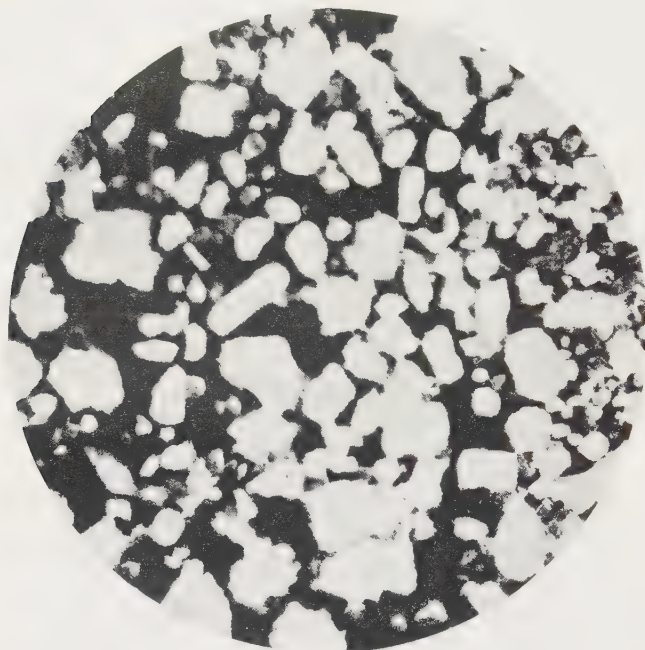


Fig. 7. Slammingsrest af en mera litoral ytgyttja från Förhultssjön. ²⁰/₁.

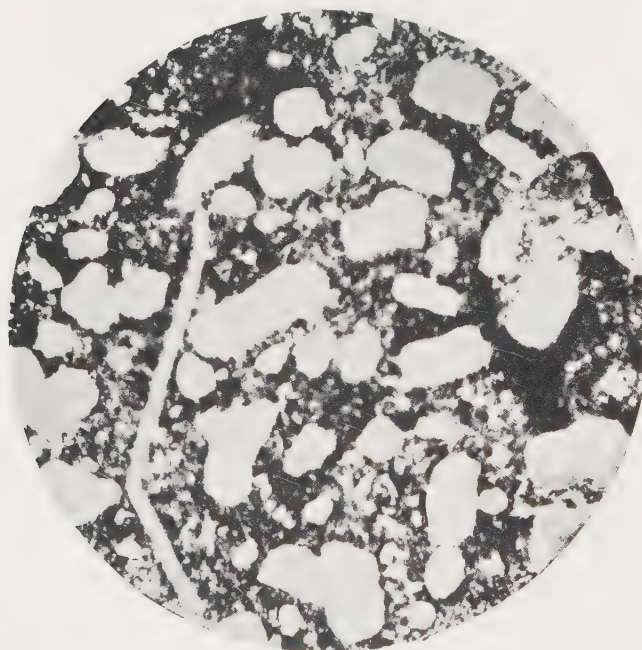


Fig. 8. Grissjöns djupgyttja, u. f. ²⁰/₁.

Vissa den pelagiska regionens slamaflagringar erbjuda i en del urbergsvatten en ganska grof struktur till följd af en högst påfallande halt af exkrementklumpar allena. Ett särskildt slående exempel erbjuder i detta hänseende Grissjön, där den pelagiska regionens bottensediment redan för blotta ögat erbjuder en anmärkningsvärdt fingrynig struktur: den lösa detritus synes alldeles saknas och de fina hårda kornen dominera alldeles. Det hela för näppeligen vid första påseendet tanken på ett ur den pelagiska regionen som moderformation i första hand bildadt organiskt sediment; eller, undersökningstekniskt taladt, man får vid studiet af denna bildning snarare uppfattningen att stå inför ett slamnings- än ett u.-f.-prof. Den koncentrerade detritus synes här befinna sig i en resistentifieringsprocess af alldeles enastående dimensioner; och t. o. m. de prof, som vid »genomslag» upphämtas några dm under den nuvarande ytgyttjans nivå visa i väsentlig grad samma grofva struktur. Jag har här (fig. 8) afbildat just ett u.-f.-prof af denna typ — för en gångs skull, ty eljes afse samtliga i detta sammanhang reproducerade bilder uteslutande just de ytligare aflagringarna. Halten af fin detritus i Grissjögyttjans ytlager är också betydligt mindre än i detta djupprof; men om en total frånvaro däraf är det dock icke ens här tal. Ytgyttjans slamningsrest är afbildad på fig. 9. Som man ser, dominera de hårda och välmarkerade exkrementklumparna här absolut: knappast en bit af ett rörfragment, icke en större växtrest. Lägges härtill, att de koprogena bildningarna i detta fall genomgående utmärka sig genom en afsevärd hårdhet och en färgning i intensivt rödbrunt, så torde det — bottenfaunan är ytterst fattig! — utan vidare inses, att här föreligger en anmärkningsvärd extrem utbildning af den resistentifieringsprocess, som dock i växlande skärpa är utmärkande för våra humussjöars slamaflagringar öfver hufvud taget.

Från Grissjön härrör äfven den slamningsrest, som afbildats på fig. 10. Som man af — den här likvisst ganska obetydliga — sandinblandningen genast ser, härrör detta prof från en mera litoral nivå än det föregående. Det afviker emellertid äfven därigenom från den pelagiska bildningen, att exkrementklumparna här erbjuda helt olika och långt mera växlande storleksförhållanden: de större (af bredden c:a $\frac{1}{3}$ mm) saknas till väsentlig del, och fastmer är det en serie smärre bildningar (med en bredd af $\frac{1}{5}$ ända ned till en $\frac{1}{25}$ mm), hvilka i den pelagiska aflagringen endast äro sparsamt företrädda, som här ge bilden dess väsentliga karaktär. Jag återkommer i det följande till en närmare diskussion angående dylika förhållanden.

De pelagiskt bildade slamaflagringar, som hitintills varit på tal, ha alla erbjudit en för dessa typer öfver hufvud taget normal fysionomi, om också strukturen ofta nog varit anmärkningsvärdt grof till följd af den höga halten af koprogena bildningar. Hvad emellertid beträffar sådana mera grofstruktuerade bildningar, i hvilkas sammansättning väfnadsfragment af olika slag spela en i förhållande till de koprogena bildningarna afgjordt dominerande roll, så äro de i första hand karakteristiska för litoralregionen. Pelagiskt bildade aflagringar af denna typ måste uppenbarligen vara relativt sällsynta, antydande — såsom vi redan i det föregående (sid. 40) närmare utfört — en afgjord disproportion mellan sedimentens bildningsförutsättningar och deras bearbetningsmöjligheter. Vissa bruna vatten af denna typ erbjuda en afgjord

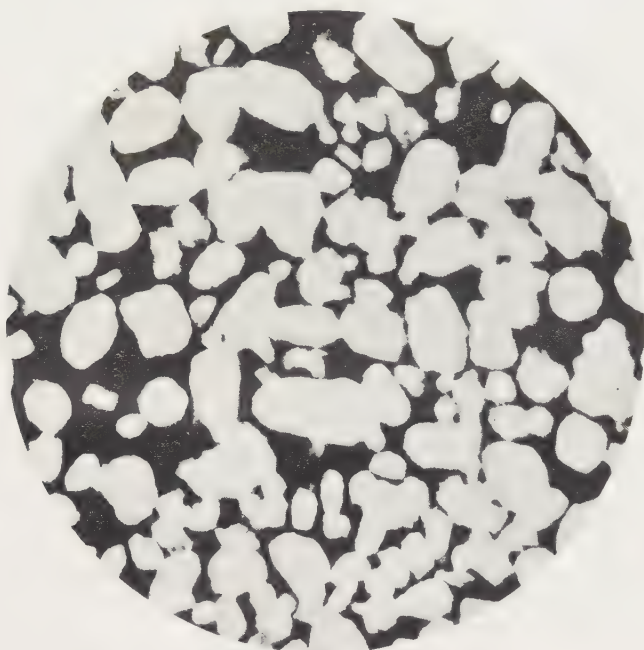


Fig. 9. Grissjöns ytgyttja, slammingsrest. $\frac{20}{1}$.
Jfr Pl. 1, fig. 1 d och 3 e.

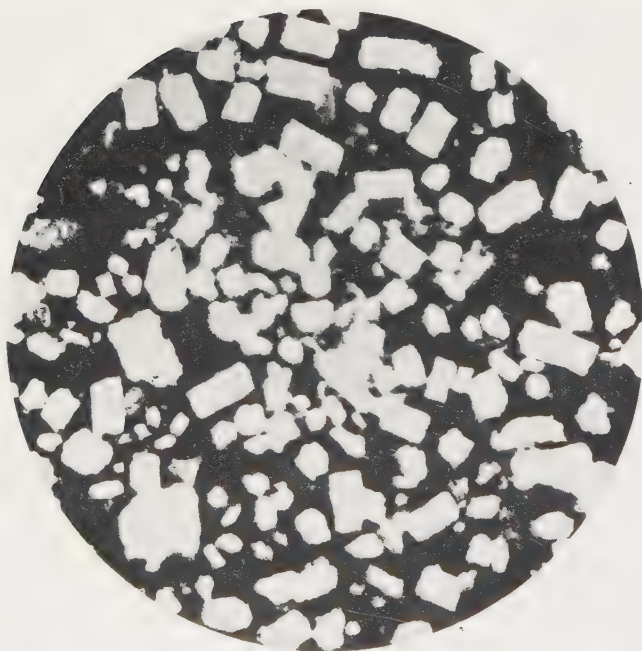


Fig. 10. Slammingsrest af en mera litoral ytgyttja
från Grissjön. $\frac{20}{1}$.

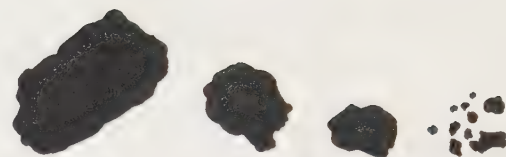


Fig. 11. Några af Vättern gyttjas större beståndsdelar, schematiserad efter Sv. EKMAN. — De tre större bildningarna representera exkrementklumpar, sannolikt af *oligochaeter*. Af de små bildningarna representera de största troligen fragment af exkrementklumpar; de minsta däremot sammankittade lerpartiklar. $\frac{20}{1}$.



Fig. 12. Schematisk framställning af vissa entomostracéers tarmkapacitet; efter E. NAUMANN. — Räknadt från vänster till höger: *Holopedium*, större resp. mindre *Bosminer*, *Hyalodaphnia*, *Heterocope* och *Diaptomus*. $\frac{20}{1}$.

öfvergång till dybildningens stadium. Slamningsresten domineras där i mera extrema fall alldeles af rödbruna väfnadsfragment, och de exkrementella bildningarna spela då, i motsats till hvad som är fallet i en typisk pelagisk, mera koprogen dybildning, en för totalfysionomien ganska obetydlig roll. Jag har afbildat en typisk dylik slamningsrest å textfig. 13. Däremot representerar fig. 14 snarast en öfvergång till ett specialfall — den af *Sphagnum*-fragment i första hand karakteriserade slamningsresten från ett *Sphagnum*-dy aflagrande vatten.

Karaktäristiska för pelagiska aflagringar utom just i vissa smärre dysjöar äro alltså i första hand de koprogena bildningarna. Icke desto mindre ha de hitintills blifvit föga uppmärksammade inom den limnologiska forskningen, där hitintills endast Sv. EKMAN synes ha närmare sysselsatt sig med dessa frågor. Mot bakgrunden af sådana fotografiska öfversiktbilder hvilka i det föregående meddelats, finner jag mig nu också något utförligare kunna till diskussion upptaga Sv. EKMAN's, l. c. p. 191 o. f., från hans Vätternstudier härrörande och af mig hittills endast i förbigående omnämnda iakttagelser. Till jämförelse med mina egna bilder har jag därför här vid samma förstoring låtit reproducera en efter Sv. EKMAN's originalfigur gjord schematisk teckning öfver de af honom iakttagna gröfre bildningarna (fig. 11). Han omnämner af dylika först en serie »Exkrementballen verschiedener Tiere» och anger som breddmått för desamma olika tal från 0,6—0,25 mm; de äro särskildt karaktäristiska för kitingyttjan, och då densammas väsentliga djursamhälle utgöres af *oligochæt*-faunan, finner Sv. EKMAN det också sannolikt, att det här är fråga om just dessa formers exkrement, ett antagande, som han vidare finner bekräftadt genom jämförande mätningar äfven af *oligochæt*-tarmens vidd. Som en andra grupp af gröfre bildningar anföras »verkitete Tonpartikelchen»; deras storlek uppgår i allmänhet endast till 0,05 mm. De erbjuda en ganska oregelbunden form, som näppeligen för tanken på de »immer walzigen oder mehr oder weniger kugelförmigen Form der Exkrementballen». Sv. EKMAN förklarar sig sakna närmare uppfattning om de ifrågavarande bildningarnas uppkomst, men antyder dock i förbigående, att de möjligen kunna utgöras af resterna från sönderfallna exkrementklumpar eller också — hvad han för öfrigt finner mera sannolikt — representera på rent kemisk väg, »gänzlich unabhängig von den Tierdärmen», uppkomna aggregat. Som en tredje grupp torde slutligen de förut omnämnda limonitbildningarna böra anföras äfven i detta sammanhang.

I jämförelse med Sv. EKMAN's undersökningar ha tydligen mina egna påvisat en förut oanat riklig nyansering med hänsyn till de exkrementella bildningarnas storleksklasser — en omständighet, som för öfrigt måste förefalla som en ganska naturlig konsekvens ur de olikartade tekniska förutsättningar, som här legat till grund: ty Sv. EKMAN äfvensom föregående undersökare ha ju icke alls arbetat med slamningsprof, hvaremot jag själf i största utsträckning betjänat mig af denna teknik. Först på detta sätt har det också varit möjligt att lägga en närmare grund till kännedomen om gyttjans exkrementella aflagringar — ett förhållande, hvars betydelse näppeligen torde böra förbises, då det ju är just dessa bildningar, hvilkas närvaro öfver hufvud taget motivera användningen af begreppen gyttja och dy i den af dess grundläggare

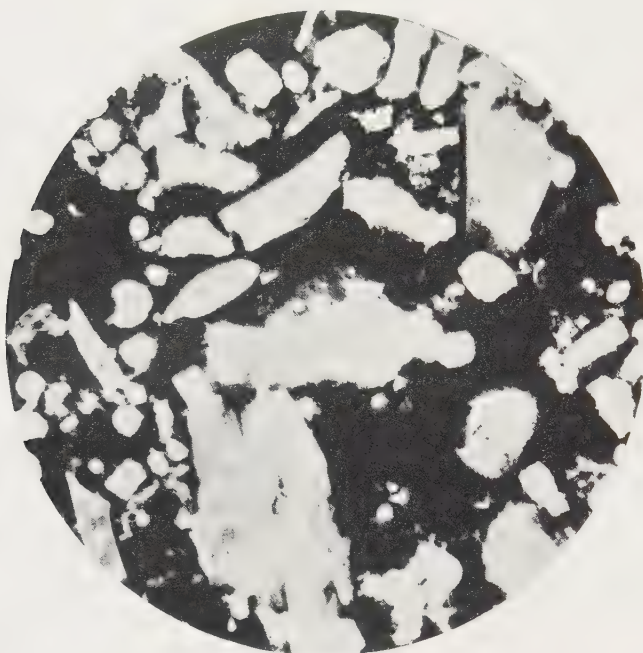


Fig. 13. Sjön Kalfvens ytdy, slamningsrest. $20\times$



Fig. 14 Paska-Lampas ytdy, slamningsrest. $20\times$.
Jfr Pl. 1, fig. 1 a.

HAMPUS VON POST, införda begränsningen. Slamaflagringarna äro alltså i största utsträckning bemängda med exkrementbildningar af olikartad typ, en företeelse, som — jämlikt mina undersökningar — icke endast gäller urbergsvattnen utan i väl så stor utsträckning äfven de mera kalkrika sjöarna. Skillnaden mellan dessa olika områdens exkrementaflagringar är emellertid — som redan i det föregående vid flera tillfällen påpekats — grundväsentlig: å ena sidan de mera kalkrika sjöarnas lösa och relativt grå bildningar, hvarifrån den genom bottenfaunans verksamhet koncentrerade detritus snart återvänder till sin ursprungstyp, å andra sidan urbergsvattnens städse brunare men framförallt ojämförligt hårdare aflagringar, hvilka för många humussjöars vidkommande befinna sig i ett stadium af en synnerligen utpräglad resistentifiering.

Den närmare forståelsen af dessa bildningars uppkomst måste naturligtvis bero af vidsträckta faunistiska undersökningar. Dylika falla emellertid utom ramen för detta arbete.¹ Att jag icke desto mindre funnit mig böra sysselsätta mig ganska utförligt med de bildade aflagringarnas allmänna fysionomi, beror emellertid i första hand däraf, att vi hitintills — förutom Sv. EKMAN's iakttagelser — saknat all närmare kännedom om dessa företeelser. Jag har alltså här och i det följande måst begränsa mig till en skildring af aflagringarnas allmänna utseende och egenskaper: det får bli kommande studier förbehållet att närmare utreda deras bildningsbiologi och de »moderformationer», hvarur de framgått. Redan i och för sig har emellertid tydligen denna snarast morfologiska kunskap ett visst intresse; men jag skulle dock icke här uppehållit mig så utförligt vid dessa aflagringar, om jag icke också i andra hänseenden funnit dem förtjänta af en viss uppmärksamhet. Sålunda torde desamma hädanefter som lätt inses (jfr sid. 17—18) böra tillerkännas ett ganska afsevärdt intresse vid alla slags boniteringsundersökningar. De ha därtill sitt gifna geologiska intresse, dessa »Koproliter» *in statu nascenti*, kanske framförallt med hänsyn till talrika bildningar, (bl. a. exempelvis vissa sjömalmer), hvilka torde kunna betraktas som effekten af kring resp. i desamma genomförda adsorptionsföreteelser. Denna uppfattning, som tydligen är af mindre intresse för rent pelagiska än för litorala aflagringar, skall jag dock först närmare utveckla i en följande publikation. I såväl det ena som det andra hänseendet har deras betydelse hitintills alldeles underskattats, liksom deras existens öfver hufvud taget skäligen förbisetts, såväl inom limnologien som oceanografien; jfr emellertid J. Y. BUCHANAN 1891, äfvensom WESENBERG-LUND 1905. Och dock äro i själfva verket de koprogena bildningarna, åtminstone inom sötvattnets slamaflagringar, af en ojämförligt mera påfallande betydelse, än hvad som erbjudes af motsvarande förhållanden på fastlandet; jfr särskildt CH. DARWIN 1881 och P. E. MÜLLER 1887.

¹ Hvad jag vid mina talrika skrapningar ute på den pelagiska regionen vid samtliga i det följande närmare skildrade urbergsvatten sett af en bottenfauna är anmärkningsvärdt ringa: ofta — och detta gäller särskildt Klotenområdet — intet alls, ofta endast en eller annan *Chironomus* resp. *Oligochæt* i sikten. Kontrasten mot mera kalkrika regioner med deras rikliga bottenfauna är högst påfallande.

Den omständigheten, att dessa aflagringar icke desto mindre erbjuda en högst anmärkningsvärd halt af koprogena bildningar, representerar tydligen ett rent direkt bevis för den af mig för dessa regioner antagna resistenteringsprocess, hvari den en gång koncentrerade detritus här i allmänhet synes befinna sig.

Ehuru jag icke här kan närmare inlåta mig på frågan om de exkrementella aflagringarnas bildningsbiologi, så synes det mig dock icke alldeles obefogadt att i detta samband framföra några hittills obeaktade synpunkter, hvilka möjligen i en framtid kunna ernå en mera vidsträckt belysning. Vi ha ju nämligen af de i det föregående meddelade bilderna sett, att de enligt slamningsprofvet åtminstone i ytlagrena rikligen förefintliga exkrementbildningarna erbjuda en synnerligen varierande storlek — från en bredd af högst $\frac{1}{3}$ ända ned till $\frac{1}{25}$ mm. Troligen härröra här af flertalet af de större bildningar, hvilkas breddstorlek ligger emellan $\frac{1}{5}$ och $\frac{1}{3}$ mm från den större bottenfaunans representanter, *Oligochæter* och *Chironomid*-larver. Sannolikt skall man väl därför en gång allena med stöd af ett dylikt slamningsprof till en viss grad se sig i stånd att rekonstruera den fauna, som här framlefvat: redan vid första påseendet afvika ju ofta bilderna så afsevärdt från hvarandra (jfr t. ex. fig. 9 och 10), att man utan vidare måste antaga helt olika »moderformationer» som aflagringarnas upphof. Det synes icke alldeles osannolikt, att detta faktum äfven i geologiskt hänseende understundom bör kunna erbjuda ett visst intresse vid studiet af svunna tiders gyttje- och dyaflagringar.

För de mindre bildningarnas (breddstorlek c:a $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{25}$ mm), vidkommande äro de allmänna bildningsförutsättningar ännu så länge alldeles obekanta, en omständighet, som ju för öfrigt måste förefalla ganska själfklar, då dylika bildningar af deciderad exkrementell natur hitintills varit fullständigt okända från dy och gyttjor. Det synes mig emellertid ganska naturligt att som en förklaringsmöjlighet härvid hänvisa äfven på den mindre faunans genomexkrementerande verksamhet. Jag finner mig i detta sammanhang särskildt böra framhålla *ostracoder*, *cladocerer* och *copepoder*, af hvilka grupper de två sistnämnda, som bekant, erbjuda en vidsträckt utbredning såväl inom den planktoniska regionen som också rent litoralt resp. inom bottenfaunan. Det synes mig därför ganska sannolikt, att vi som ett ytterligare tillskott äfven till de pelagiska slamaflagringarna måste räkna med en af plankton redan koncentrerad detritus — i viss mån ett exkrementregn från det fria vattnets region. LOHMANN har f. ö. redan förut (1909) diskuterat dylika problem och deras oceanografiska betydelse. Tydligen kan en företeelse af denna art i större och mera djupa sjöar med hänsyn till rådande upplösningsförhållanden näppeligen komma att utöfva någon mera vidtgående betydelse för slamaflagringarnas fysionomi. Helt annorlunda måste emellertid dessa förhållandena gestalta sig i smärre vatten resp. i större sjöars litoralregion. Med dessa resonemang synas också de från Grissjön meddelade slamningsresterna (fig. 9 och 10) väl öfverensstämma: halten af finare exkrementbildningar tilltager i påfallande grad i riktning mot land — ett förhållande, som alltså såväl är att förklara ur den mindre faunans rikligare förekomst på dessa nivåer, som också ur de här större förutsättningarna för exkrementella tillskott från det fria vattnets region. Som en ytterligare illustration till dessa resonemang torde kunna hänvisas till den sid. 46 lämnade schematiska framställningen af vissa pelagiska *entomostracéers* tarmkapacitet: den ligger mellan värdena $\frac{1}{10}$ (*Heterocope*) och $\frac{1}{80}$ mm (*Hyalodaphnia*). Jämför man nu dessa bilder (fig. 12) med de förut publicerade mikrofotografierna af slamningsrester, så framgår det också med en viss tydlighet, att vi faktiskt här ofta nog ha

att räkna med bildningar af en så pass obetydlig storlek (i hvarje fall ner till $\frac{1}{25}$ mm), att det icke torde kunna anses orimligt att tolka deras härkomst just på sätt som här närmare diskuterats. I smärre vatten med en ovanligt rik pelagisk *entomostracé*-fauna synes man sålunda berättigad att i vissa fall förutsätta närvaron af en väsentligt genom plankton koprogen dy eller gyttja -- en sammanställning, som tydligen med stöd af ofvan utförda resonemang måste anses vara mera än en ren paradox. Sedd är visserligen ännu icke en dylik aflagring; men dess existens är mer än sannolik såväl inom nutidens i bildning varande som också i äldre tiders dy och gyttjor.

Med dessa fastställanden ha vi emellertid kommit ner till storleksklasser i närheten af de värden, som intagas af de bildningar, hvilka af Sv. EKMAN, l. c. p. 192 och 193, beskrifvits som »verkittete Tonpartikelchen» (med en genomsnittlig diameter af 0,05 mm), men hvilka han icke ansåg sig kunna förklara som exkrementella produkter. Äfvenledes jag är af den uppfattningen, att kropparnas allmänna form också synes utesluta denna möjlighet; men det torde böra framhållas, att åtminstone vissa af dessa mycket väl torde kunna förklaras som något sönderdelade rester af en mindre faunas genomexkrementerande verksamhet. Det är emellertid enligt min mening också alldeles otvifvelaktigt, att det därtill gifves dylika bildningar, hvilkas utvecklingshistoria uteslutande kan betraktas från kemiska synpunkter genom hänvisning till bottenlammet försiggående adsorptionsprocesser af olika art. Jag vill i detta sammanhang tillägga, att jag också finner det högst sannolikt, att icke ens alla om typiska exkrementbildningar — äfven af större storleksklasser — erinrande kroppar i själfva verket representera dylika, utan att troligen också hithörande rent kemiska processer kunna leda till en dylik sluteffekt. I hvarje fall som hälst är det ju otvifvelaktigt, att äfven ursprungligen koprogena bildningar, exkrementklumpar eller rörfragment på detta sätt kunna såväl sekundärt kvalitativt förändras — t. ex. en resistentifiering af förut antydd typ — som också ytterligare tillväxa i storlek; jfr sid. 43. Om det sedan därtill gifves bildningar af denna typ, som *ab initio* är att härleda ur rent kemiska processer torde f. n. icke med säkerhet kunna afgöras.

Verkligt koprogena bildningar uppträda otvifvelaktigt i såväl gyttje- som dy-aflagringar, om också — till följd af resistentifieringsprocessen — af en i samband med aflagringarnas allmänna art resp. bildningsförutsättningar mer eller mindre växlande fysionomi. Det är emellertid otvifvelaktigt att desamma i smärre dysjöar — trots den där ofta synnerligt utpräglade resistentifieringen — ofta nog träda alldeles tillbaka i jämförelse med andra bildningar, särskildt fragment af högre växter. Redan H. VON POST har 1862 påpekat detta förhållande; jfr denna afh. sid. 22 och de tabellariska sammanställningarna sid. 25 och 27. Orsaken härtill torde vara att söka i den inom dysjöarna särskildt rikliga utflockningen af humuskolloider samt i den litorala växtformationens här större sedimentbildande betydelse — tvenne faktorer, hvilka i samband med bottenfaunans obetydliga produktionshöjd i dessa vatten tydligen måste betinga de koprogena bildningarnas tillbakaträdande gentemot de förstnämnda sedimenten. Jfr den speciella framställningen under sjöarna Frejen och Kalfven. Det är emellertid af principiell betydelse, att såväl sjögyttjan som sjödyn i dess typiska form representera koprogena bildningar; och om sålunda den litorala växtformationen

i en dysjö är af en mindre betydelse, så blir effekten för den pelagiska regionens vidkommande faktiskt en slamaflagring just af typiskt koprogent dy. Jfr LYGNEN.

Jag har härmed slutat min redogörelse angående plankton- och slamstudiernas allmänna och särskildt mikrotekniska förutsättningar resp. mina diskussioner angående aflagringarnas terminologi. Det återstår mig emellertid slutligen att med några ord beröra den mikrokemiska undersökningen af bottenprof. Bottnarnas närmare kemiska beskaffenhet har dessvärre icke kunnat närmare behandlas. Den principiella grundtonen — kalkbristen — framgår utan vidare ur de här grundläggande geologiska formationernas beskaffenhet, och de principiella företeelserna inom sjöar på växlande grund äro sedan länge väl bekanta; jfr t. ex. ZENDER 1908. Angående de kemiska åtskillnadskaraktärerna torde f. ö. framförallt kunna hänvisas till den mycket belysande sammanställningen hos H. POTONÉ, l. c. 1908, sid. 119—121. Med hänsyn till dyaflagringarnas karaktär af omlagrat torfmaterial (jfr sid. 34) torde man äfvenledes vara berättigad att i principiella hänseenden härvidlag tillämpa de erfarenheter, som särskildt under senare år vunnits inom humusämnenas komplicerade kemi; jfr de sammanfattade framställningarna hos GULLY 1915 och Sv. ODÉN 1916. — Af mikrokemiska frågor har jag emellertid — särskildt för att kunna fastställa om den brunröda färgtonen verkligen vore att tilldela humusämnena allena — funnit det vara af intresse att ägna en närmare uppmärksamhet åt ferriföreningar som »impregneringsmedel» i dessa aflagringar och med anledning däraf verkställt ett mycket stort antal mikrokemiska analyser i denna riktning på såväl u. f.-, sl.-prof som siktresten. Tekniken har härvid varit den bepröfvade berlinerblåttreaktionen, hvars tillämpning på det botaniska området närmare studerats af MOLISCH (1892, 1914). Den nämnde författaren framhåller uttryckligen den analystekniska vådan af att operera med allt för koncentrerade lösningar och föreslår därför som arbetsreagens en 5 % saltsyra och en 2 % lösning af gult blodlutsalt. Då jag emellertid städse genomfört mina egna analyser på i preparatrör med destilleradt vatten uppslammadt material, så har jag funnit det lämpligt att därvid stegra den af MOLISCH föreslagna reagenskoncentrationen till jämnt den dubbla — därmed dock städse afseende att i hvarje fall vid profvens behandling till följd af deras vattenhalt ernå en utspädning ungefärligen till den af MOLISCH som optimal angifna koncentrationen. Gången blir alltså denna:

1. Profvet öfverföres i preparatrör och tvättas där genom dekantering med destilleradt vatten.
2. Tillsats af gult blodlutsalt till en ungefärlig koncentration af 2 %.
3. Efter minst ett par timmars förlopp (eller också, beroende af objektens storlek o. s. v., först efter ett dygn) afhålles blodlutsaltet och saltsyra tillföres så att ungefärligen en koncentration af 5 % vinnes. Omedelbar blåning anses indicera järn.
4. Noggrann uttvättning med destilleradt vatten.
5. Dauerpreparat antingen i glycerin eller också — efter förutbehandling med alkohol o. s. v. — i kanadabalsam. Den sistnämnda tekniken allena presterar i

flertalet fall tillräckligt klara och skarpa bilder och synes mig därför i allmänhet utan vidare böra föredragas.

Det har af talrika, på detta sätt verkställda mikrokemiska prof framgått, att järnföreningar spela en högst betydelsefull roll som »impregnationsmedel» för dy och gyttjeaflagringarna; och det gäller för våra urbergsvatten rent generellt, att samtliga af gyttjans resp. dyns bildningar äro mer eller mindre järnrika, ett förhållande, som dock i särskild grad gäller exkrementklumpar och de mer eller mindre i brunt humifierade väfnadsfragmenten. Särskildt de sistnämnda befinna sig ofta nog i ett rent förjärningsstadium. Tydligen göra sig dessa företeelser i alldeles särskild utsträckning gällande för litoralregionens vidkommande. Där ligger också de typiska sjömalternas bildningscentrum — via en stor mängd olikartade initialtyper, hvilkas närmare beskaffenhet ännu ej är i detalj utredd. Äfven för de pelagiska aflagringar, med hvilka vi i det följande skola närmare sysselsätta oss, erbjuda dessa förjärningsföreteelser en vidsträckt tillämpning — något som tydligen till en viss grad redan framgår för blotta ögat af de här aldrig typiska grå utan städse järnaktigt rödbruna nyanserna. Må vara, att det gives kombinationer af järn med humussyror o. s. v., hvilka icke äro påvisbara med berlinerblåttreaktionen; men förutom dylika föreningar gifves det dock enligt mina nyss refererade undersökningar inom urbergssjöarnas gyttje- och dybildningar därtill en serie såsom sådana lätt påvisbara, verkligt typiska förjärningsföreteelser af annan art, hvilka också i stor utsträckning ge dessa aflagringar en synnerligen påfallande karaktär. Detta förhållande gäller rent generellt och kommer därför i det följande icke vidare att angifvas i några speciella fall; det framträder emellertid öfverhufvudtaget i en betydligt mera utpräglad grad för Aneboda än för Kloten-områdets vid kommande.

Hvad andra företeelser inom det mikrokemiska området beträffar, har jag vid dessa undersökningar framförallt funnit mig böra efterspåra pyriten i den form, vari densamma förut blifvit känd från aflagringar af limnisk natur; jfr särskildt FRÜH och SCHRÖTER 1904 och POTONIE 1908. Resultatet har emellertid blifvit nästan genomgående negativt. Tydligen är detta i fullaste öfverensstämmelse med mina undersökningsresultat öfver hufvudtaget. Grundförutsättningen för pyritens uppkomst ligger ju nämligen i en genom lifliga reduktionsprocesser karaktäriserad aflagring. Helt annorlunda gestalta sig dock förhållandena härvidlag inom de af mig undersökta sjöarna med dess obetydliga planktonproduktion och äfven ur andra orsaker långt ifrån förruttnelseprocessen stående aflagringar, för hvilkas vidkommande fastmera allena en utflockning af säkerligen mycket resistent humuskolloider gör sig gällande som det i väsentligaste mån slambildande tillskottet. Här blir alltså miljön — i motsats mot förhållandena inom den typiska gyttjan; jfr den tabellariska sammanställningen sid. 27 — öfverhufvudtaget alldeles otänkbar som en pyritens moderformation och järnet i oxidform (jfr ofvan) måste dominera. Med hänsyn till pyritens när- eller frånvaro synes alltså föreligga ännu en biokemiskt mycket belysande åtskillnads-karaktär mellan å ena sidan den typiska gyttjan, å den andra sidan den typiska dyaflagringen.

Tvifvelsutan skulle äfven andra mikrokemiska företeelser än de nu nämnda varit förtjänta af en närmare uppmärksamhet; ty vår kunskap i dessa frågor är ännu öfverhufvudtaget ganska bristfällig, om också en del i viss mån principiellt mycket viktiga företeelser redan (genom G. ANDERSSON, jfr l. c. 1896, 1897, 1898) blifvit utredda. Vid mina egna undersökningar har jag emellertid äfven i detta hänseende med förbigående af talrika detaljfrågor måst begränsa mig till det principiellt viktiga, i förhoppning att senare med stöd af dessa allmänna utredningar kunna fortsätta arbetet till dess närmare detaljer.

Speciell del.

I. Klotenområdet.

1. Läge och beskaffenhet. Systematiska förutsättningar.

De här undersökta småsjöarna utgöras till öfvervägande del af mer eller mindre utpräglade *Sphagnum*-tjärnar, samtliga belägna inom Klotens kronopark vid ändstationen på Bånghammar—Klotens järnväg inom Örebro län i Västmanland. Höjden öfver hafvet uppgår till ca. 300 meter; berggrunden utgöres af typiskt kalkfattigt urberg — ett granitfält med insprängd gneis; jfr H. SANTESON l. c. 1883. Marken är stenbunden morän, till väsentlig del bevuxen med tallskog, här och hvar afbruten af kärr- och mossmarker.

Området är beläget på $59^{\circ} 53'$ — $59^{\circ} 55'$ n. br. och på $15^{\circ} 15'$ ö. br. Den årliga medeltemperaturen¹ ligger mellan $+4^{\circ}$ och $+3^{\circ}$; för juli uppgår den till $+15^{\circ}$ à $+16^{\circ}$ och för januari till -5° à -6° . Den årliga nederbörden angifves till 600 à 650 mm. Medeltiden för insjöarnas isläggning ligger emellan den 10 och 20 november; tiden för islossningen infaller mellan den 1 och 10 maj.

Flertalet af de undersökta tjärnarna — alla utom Hemtjärn — utmärka sig genom ett anmärkningsvärdt kallt bottenvatten — med en äfven sommartid merendels under 10° liggande temperatur — och en utpräglad termisk skiktning. Ytvattnet — med hvilket vi i det följande skola sysselsätta oss i dess egenskap af fytoplanktons lifsmiljö — följer däremot i stora drag sommarens stigande lufttemperatur och ernår ofta en anmärkningsvärdt hög värmegrad. Som en närmare illustration härtill meddelar jag här en tabellarisk öfversikt öfver en del i Klotens tjärnar under åren 1913 och 1914 verkställda iakttagelser öfver ytvattnets temperatur. Närmare upplysningar om de termiska förhållandena komma att meddelas i en af K. Landtbruksstyrelsen planerad publikation öfver fiskeribiologiska undersökningar angående vissa tjärnar inom Klotens kronopark.

Innan jag nu öfvergår till att hvar för sig diskutera de undersökta tjärnarnas planktonbiologi och bottenbeskaffenhet, finner jag mig emellertid böra förutskicka några anmärkningar af algologiskt-systematisk natur. — Vid planktonprofvens närmare bearbetning har jag städse lagt hufvudvikten vid de väsentligen formationsbildande formerna; errater — alltså i enstaka exemplar förekommande strand- eller bottenformer — ha

¹ Samtliga här meddelade upplysningar af meteorologiskt innehåll äro hämtade ur H. E. HAMBERGS i litteraturförteckningen närmare citerade arbete om Sveriges Klimat.

Yt-temperaturer i vissa af Klotenområdets tjärnar.

Tjärnens namn	Å r 1 9 1 3					Å r 1 9 1 4					
	¹⁴ / ₇	²⁵ / ₈	²⁶ / ₉	³⁰ / ₁₀	⁷ / ₁₂	²⁸ / ₄	² / ₆	⁴ / ₇	¹² / ₈	²⁰ / ₈	¹⁴ / ₉
Lilla eller Öfre Hyttjärn	20,8°	17,0°	10,3°	5,6°	is	8,0°	15,1°	23,5°	17,5°	18,7°	14,0°
	²¹ / ₇	²⁹ / ₈	²⁶ / ₉	¹ / ₁₁	⁸ / ₁₂	²⁹ / ₄	³ / ₆	⁴ / ₇	¹² / ₈	²⁰ / ₈	¹⁴ / ₉
Stora eller Nedre Hyttjärn	21,2°	18,3°	9,2°	5,8°	is	8,0°	15,1°	23,5°	18,0°	17,5°	15,0°
	²⁴ / ₇	²⁸ / ₈	²⁷ / ₉	²⁸ / ₁₀	¹⁰ / ₁₂	⁴ / ₆	⁴ / ₆	¹⁶ / ₇	¹⁴ / ₈	?	¹⁶ / ₉
Oxögat	23,0°	19,5°	9,5°	4,6°	is	8,2°	19,1°	26,6°	17,0°	18,0°	13,0°
	²³ / ₇	²⁶ / ₈	²⁷ / ₉	²⁹ / ₁₀	¹¹ / ₁₂	⁶ / ₆	¹⁰ / ₆	¹¹ / ₇	¹⁸ / ₈	?	¹⁵ / ₉
Väcka-Lampa	20,3°	17,7°	10,0°	5,3°	is	8,0°	18,3°	25,0°	17,5°	18,0°	? (1 m. 14,5)
	²⁵ / ₇	²⁷ / ₈	²⁶ / ₉	²⁷ / ₁₀	⁹ / ₁₂	² / ₆	⁸ / ₆	¹⁵ / ₇	¹⁴ / ₈	²⁰ / ₈	¹⁶ / ₉
Hemtjärn	20,9°	16,8°	10,8°	5,6°	is	7,2°	16,8°	24,2°	17,0°	17,8°	13,0°

äremot konsekvent icke närmare anförts. Jag har med skärpa tillämpat denna anordning i första hand för att möjliggöra en öfversiktlig inblick i de moderformationer, hvarur den pelagiska gyttjans sedimentbildningar till dels äro att härleda, äfvensom för att möjliggöra en mera klar uppfattning om de formationer, hvilka här i första hand äro att anse som indikatorer på vattnets allmänna produktionsbiologi. Att därvidlag en öfversiktlig diagnos af formationens fysionomi bör föredragas framför den katalog-artade förteckningen borde egentligen vara själfklart.

Hvad de olika grupperna och deras bearbetning resp. formernas beteckning i den följande framställningen beträffar, finner jag mig böra anförda följande speciella anmärkningar.

Bacillariales. De pelagiska kiselalgerna äro inom Klotens tjärnar mycket sällsynta. En särskild betydelse tillkommer emellertid släktet *Rhizosolenia* med arten *Rh. longiseta* ZACH. Särskildt med hänsyn till dessa former — äfvensom *Mallomonas* — har det våta profvet här städse parallelliserats med ett torrprof.

Chlorophyceæ. Hvad den här ganska sällsynta och i det följande som *Botryococcus* betecknade formen beträffar, hänvisar jag till mina anmärkningar härom i samband med Aneboda-profvens närmare undersökning. — Som *Stichoglæa* anför jag korteligen *St. lacustris* CHODAT, liksom jag här öfverhufvudtaget endast utsätter speciesnamnet då flera arter af samma släkte äro representerade. — F. ö. uppträder endast *Sphaerocystis Schroeteri* CHODAT. (= *Gleococcus Schröteri* [CHOD.] Lemm.)

Conjugataæ. Eupelagiska *desmidiéer* saknas här alldeles — möjligen med undantag af en spridd men sällsynt och fullkomligt betydelselös förekomst af *Arthrodermus incus* (Bréb.) Hass. — och äfven litorala former uppträda icke som någon mera väsentlig inblandning i planktonprofven. Dessa former komma alltså i det följande icke vidare på tal.

Chrysomonadineæ. Denna grupp representerar i första hand Kloten-tjárnarnas fytoplanktologiska karakteristikon. Af *Dinobrya* uppträda särskildt *D. bavaricum* IMHOF och — ehuru i mindre utsträckning — former tillhörande den månggestaltade *D. cylin-*

¹ Observationsdag ej angifven, men samtliga observationer utfördes ²⁶/₈—²/₉.

dricum IMHOF. Dessa senare anför jag utan vidare korteligen under denna gemensamma beteckning. — Af *Mallomonas* förekommer så godt som uteslutande *M. caudata* IWANOFF; jag betecknar densamma i det följande korteligen som *Mallomonas*.

En form, som i det följande icke vidare anmärkes, är *Uroglena volvox* EHRENB. Den konserveras nämligen i formalinprof ganska illa, och profserierna lämna också en fullständigt oriktig bild af dess betydelse inom Klotens vatten. *Uroglena* uppträder nämligen där tidvis ganska allmänt — ett förhållande, som jag särskildt under mina fältarbeten i augusti månad 1914 hade tillfälle att närmare konstatera. Vattnet var ofta glest prickigt af de stora *Uroglena*-kolonierna; i Öfre Hyttjärn låg så t. ex. produktionen den $\frac{24}{8}$ i de ytliga vattenlagren (med en temp. = $+17^\circ$) vid 1,000 à 2,000 pr liter; beräkningen är grundad på talrika prof med KOLKWITZ' kbcm-kammare, hvilka städse angäfvos 1 à 2 *Uroglena*-kolonier pr kbcm. Ehuru denna form i det följande icke vidare anföres är den sålunda att anse som en af Klotenområdets mest påfallande planktologiska karaktärer.

Myxophyceæ representeras endast af *Anabæna flos-aquæ* (LYNGB.) BRÉB.

Peridinales representeras väsentligen af *Ceratium curvirostre* HUITF.-KAAS, *C. hirsundinella* O. F. M., och *Peridinium Willei* HUITF.-KAAS.

Zooplankton. Ehuru en närmare redogörelse för dessa förhållanden faller utom ramen för detta arbete, har jag dock med hänsyn till många hithörande formers eventuella betydelse för bottenaflagringsarnas fysionomi i vissa fall äfven meddelat några upplysningar om zooplanktons sammansättning. Detta gäller särskildt representanter för rotatoriesläktet *Anuræa*, hvars betydelse i antydd riktning hittills varit otillräckligt utredd; jfr närmare under Paska-Lampa, sid. 63—64.

2. De undersökta sjöarna.

Hemtjärn

är den största af Klotenområdets här närmare beskrifna vatten; dess längd uppgår till ca. 400 m. och dess bredd till ca. 200 m. Stränderna till dels uppbyggda af hvitmossans formationer; till dels också klippiga resp. med sten och block. Påväxten — den tyska limnologiens »*Aufwuchs*» — ganska riklig. Litoralvegetationen här som i alla andra af dessa tjärnar dock ganska obetydlig. — Till- resp. aflopp utan större betydelse.¹ — Vattnet relativt färglöst; djupet ute på tjärnen i allmänhet = 4 à 5 m. — Sjöalm har icke påträffats i denna tjärn, lika så litet som i någon af de andra här medtagna småsjöarna från Kloten-området.

Planktonformationens årliga variation.

$\frac{16}{2}$ 1914 Fytoplankton saknas.

$\frac{2}{5}$ 1914 » »

$\frac{21}{7}$ 1913 Sparsam förekomst af *Sphærocystis*.

¹ Denna anmärkning gäller samtliga Klotens tjärnar — med undantag af Paska-Lampa — och kommer ej att i det följande vidare upprepas.

- ¹⁵/₇ 1914 Sparsam förekomst af *Anabæna*; torrpreparatet visar massor af *Rhizosolenia longiseta*.
- ¹⁴/₈ 1914 Sparsam förekomst af *Anabæna* jämte *Sphærocystis*.
- ²⁷/₈ 1913 » » » » » »
- ²⁵/₈ 1914 Sparsam förekomst af *Anabæna*.
- ¹⁶/₉ 1914 Sparsam förekomst af *Anabæna* jämte *Sphærocystis*.
- ²⁶/₉ 1913 Sparsam förekomst af *Mallomonas*.
- ²⁷/₁₀ 1913 Fyttoplankton saknas.
- ⁹/₁₂ 1913 » »

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dyggyttja erbjuder en siktrest, som i första hand (jfr pl. 1, fig. 1 b) domineras af rörformiga bildningar. Dess struktur är eljes icke särskildt grof, och i slamningsprofvet (jfr pl. 1, fig. 3 a) erhålles väsentligen ett mindre antal af de redan från siktresterna kända rören.

Hvad den finare strukturen beträffar, så visar ett från ca. 4 meters djup upptaget prof en typisk rödbrun *Sphagnum*-detritus; i densamma ingår en anmärkningsvärdt hög halt af koniferpollen och kitinlämningar (väsentligen *Bosmina*-skal) och något litorala kiselalger. *Chrysomonad*-sporer af mindre betydelse; *Mallomonas*-rester saknas (jfr pl. 2, fig. 1).

De djupare aflagringarna, d. v. s. »genomslagningsprofvet», öfverensstämma väsentligen med de ytliga.

Botten i dess förhållande till plankton; allmänna anmärkningar. Hemtjärns plankton är lika så litet som bottenaflagringarnas beskaffenhet representativ för Klotens typiska *Sphagnum*-tjärnar (de bägge Hyttjärnarna, Oxögat, delvis Paska-Lampa). Därtill spelar halten af kitinlämningar en alltför stor roll. Aflagringar representerar visserligen i första hand den typiska rödbruna, af *Sphagnum*-fragment i första hand karakteriserade detritus, men har i de anförda bildningarna såväl ett påfallande karakteristikon som ett icke oviktigt sedimentbildande element. *Cladocera*-lämningarna äro här alltså mera framträdande än i andra af mig hittills undersökta urbergsslam. Kvantitativt sedt äro de emellertid dock i jämförelse med den rödbruna detritus utan nämnvärd betydelse. — Inblandningen af tallpollen och litorala kiselalger är f. ö. högst karakteristisk.

Från de typiska *Sphagnum*-tjärnarna afviker Hemtjärn planktonbiologiskt i första hand rent negativt genom den obetydliga roll, som här tillkommer *chrysomonaderna* — en omständighet, som också återspeglar sig i bottenaflagringarnas mikroskopiska fysionomi genom en föga framträdande halt af hithörande sporbildningar resp. den så godt som totala frånvaron af *Mallomonas*-nålar och -plåtar. Jfr pl. 2, fig. 1 och 2: skillnaden är lika påtaglig som karakteristisk — å ena sidan (Hemtjärn) ett af litoral-diatoméer behärskadt men eljes ganska blankt synfält, å den andra däremot (en af de typiska *Sphagnum*-tjärnarna) allt öfversålladt med de typiska *Mallomonas*-resterna.

Med hänsyn till den tidvis rikliga förekomsten af *Rhizosolenia* i plankton torde kunna förutsättas en af dess rester i första hand karakteriserad men endast periodiskt befintlig slamstruktur. Den sparsamma *Anabæna*-vegetationen saknar naturligen all

betydelse för bottenaflagringarnas fysionomi. Totaleffekten blir alltså en utpräglad dygyttja med obetydlig halt af limnoautoktona sediment öfverhufvudtaget.

Lilla eller Öfre Hyttjärn.

Öfverensstämmen med hänsyn till sin allmänna fysionomi med Stora Hyttjärn men är dock — som ju redan namnet antyder — något mindre än denna. — Hvitmosorna dominera alldeles strandbältet; vattnet är kraftigt gult. — Påväxt riklig; särskildt observeras massan af kiselalger. — Högsta djupet uppgår till ca. $4\frac{3}{4}$ meter.

Planktonformationens årliga variation.

- $\frac{12}{2}$ 1914 Fytoplankton saknas.
 $\frac{28}{4}$ 1914 » »
 $\frac{22}{5}$ 1914 » »
 $\frac{3}{6}$ 1914 *Dinobryon bavaricum* dominerar jämsides med *Stichoglæa*; af *Peridinium Willei* enstaka ex.
 $\frac{22}{7}$ 1913 En fytoplanktonformation saknas; enstaka exemplar af *Ceratium curvirostre*.
 $\frac{5}{7}$ 1914 Som föregående.
 $\frac{12}{8}$ 1914 *Dinobryon bavaricum* dominerar; af *Ceratium curvirostre* föga.
 $\frac{24}{8}$ 1914 Sparsam förekomst af *Ceratium curvirostre*.
 $\frac{25}{8}$ 1913 Relativt sparsam förekomst af *Dinobryon bavaricum*.
 $\frac{26}{9}$ 1913 En icke särskildt rik *Mallomonas*-formation.
 $\frac{30}{10}$ 1913 Fytoplankton saknas.
 $\frac{7}{12}$ 1913 » »

Bottnens beskaffenhet: Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder här en siktrest, till väsentlig grad (jfr Pl. 1, fig. 2 a) bestående af rörformiga bildningar äfvensom — till något mindre del — af *Sphagnum*-blad och andra växtrester. Slammet erbjuder emellertid eljes en relativt fin struktur, då den lösa rödbruna detritus afsevärdt överväger; frånslammas denna, så erhålles ett preparat, som väsentligen består af rörformiga bildningar resp. *Sphagnum*-blad.

Ett från ca. $4\frac{3}{4}$ m:s djup upptaget prof visar med hänsyn till den finare strukturen en föga lerig, rödbrun, af *Sphagnum*-fragment karakteriserad detritus. I densamma uppträda litorala kiselalger i stora mängder — icke blott representerande ett högst karakteristiskt inslag utan äfven en ganska afsevärd gyttjebildande faktor; pl. 2, fig. 4. *Chrysomonad*-sporer utan större betydelse; skelettresten af *Mallomonas* däremot högst karakteristiska för gyttjans finare struktur. Jfr pl. 2, fig. 2.

De djupare aflagringarna öfverensstämma väsentligen med ytlagret; dock befinna sig här *Mallomonas*-resterna i afgjort aftagande. Jfr pl. 2, fig. 2 och 3.

Botten i dess förhållande till plankton; allmänna anmärkningar. Med Öfre Hyttjärn möter oss för första gången den utpräglade *Sphagnum*-tjärnen,

hvars fytoplanktologiska karakteristik här i första hand gifves genom visserligen sparsamma men ofta relativt formrena *chrysomonad*-formationer. Bottenslammet utgöres af den typiska *Sphagnum*-detritus, här med en anmärkningsvärdt hög halt af litorala kiselalger och med ett högst karakteristiskt inslag af *Mallomonas*-rester.

Säkerligen (jfr sid. 62) är *Mallomonas*-sedimentet i den utpräglade typ, som pl. 2, fig. 2 visar, en bildning af relativt öfvergående natur: en väsentlig del går snart nog sin upplösning till mötes, och på några dm:s djup under den nuvarande sedimentytan äro *Mallomonas*-resterna skäligen betydelselösa. Den sistnämnda omständigheten synes böra tillmätas ett dubbelt intresse: å ena sidan rent tekniskt som ett ytterligare bevis på den af mig praktiserade genomslagstekniken i och för diskontinuerlig profilodning resp. som en ytterligare motivering för mina förut framställda resonemang angående betydelsen af att vid alla slamb biologiska studier förfoga öfver verkligt säkra »ytprof». Därtill bestyrker den konstaterade vertikalvariationen i viss mån — likartade bildningsbetingelser förutsätta — min uppfattning om de ifrågavarande sedimentens obetydliga resistens, ett förhållande, som också torde förklara, att *Mallomonas*-rester af denna typ hittills icke blifvit kända från fossila gyttjor. Jfr särskildt LAGERHEIM's vidsträckta studier häröfver, l. c. 1902.

Emellertid föreställer jag mig, att man vid första påseendet möjligen skulle vara böjd att anse denna af mig för Lilla Hyttjärns ytdygyttja i juli 1913 påvisade mikroskopiska fysionomi som en rent undersökningsteknisk artefakt. Det synes också med hänsyn till de ifrågavarande *Mallomonas*-resternas obetydliga resistens ganska osannolikt, att de i konstaterad utsträckning skulle kunna dominera ens ytlagrets struktur: fastmer förefaller det ganska plausibelt, att lodkoppen förorenats genom att öfver botten stående kollapsplankton af *Mallomonas*, ett antagande, som måste synas så mycket mera sannolikt, som många författare framhållit den ganska allmänna förekomsten af dylika formationer — om också uppbyggda af andra och mera vanliga former än *Mallomonas*. Resonemanget motbevisas emellertid i detta fall rent direkt genom den mikroskopiska fysionomien hos centrifugprof från Öfre Hyttjärns såväl yt- som bottenvatten vid tiden för bottenproftagningen 1913: hvarken i den ena eller den andra centrifugresten kunde *Mallomonas*-nålar påvisas. Det är alltså härmed till fullo bevisadt, att bildningar af denna natur trots sin relativt obetydliga resistens faktiskt nå ytlagret och ofta förläna detsamma en påfallande karaktär, om ock af öfvergående art — en periodiskt återkommande mikrostruktur. Jfr f. ö. sid. 62.

Stora eller Nedre Hyttjärn,

som erbjuder en längd af ca. 200 och en bredd af ca. 100 meter — omgifves väsentligen af mosstränder med här och hvar fullkomligt gungflyartade *Sphagnum*-mattor. Påväxt riklig. — Vattnet kraftigt gult; högsta djupet ca. $5\frac{3}{4}$ m.

Planktonformationens årliga variation.

$\frac{13}{2}$ 1914 Fytoplankton saknas.

$\frac{29}{4}$ 1914 » »

- $\frac{5}{7}$ 1914 Fytoplankton saknas.
 $\frac{23}{7}, \frac{12}{8}$ 1913 *Mallomonas* dominerar; *Dinobrya* saknas. — *Ceratium curvirostre* i enstaka exemplar.
 $\frac{24}{8}$ 1914 Fytoplankton saknas; rester af en förgången *Uroglena*-produktion.
 $\frac{14}{9}$ 1914 Allmän förekomst af *Mallomonas*.
 $\frac{26}{9}$ 1913 Fytoplankton saknas.
 $\frac{1}{11}$ 1913 » »
 $\frac{?}{12}$ 1913 » »

Ett prof utan datumbeteckning, möjligen — bedömdt efter förhållandena i Öfre Hyttjärn — härrörande från juni 1914, visar en afgjord dominans för *Dinobryon bavaricum* och *Mallomonas*; enstaka förekommer *Peridinium Willei*.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder (jfr pl. 1, fig. 2 c) här en anmärkningsvärdt grof siktrest: växtlämningarna dominera alldeles — än väsentligen *Sphagnum*-blad, än delar af strån af *Carex* och andra dylika bildningar. Med hänsyn till den öfvervägande halten af fin detritus erbjuder emellertid aflagringen vid direkt iakttagelse en relativt fin struktur.

Ett från ca. $5\frac{3}{4}$ m upptaget prof visar med hänsyn till den finare strukturen den typiska rödbruna, af *Sphagnum*-fragment i första hand karakteriserade detritus. Häri bilda framförallt litorala kiselalger ett ganska karakteristiskt inslag; men den centrala karaktären gifves dock genom den massiva förekomsten af skelettlämningar — plåtar och nålar — af *Mallomonas*.

De djupare aflagringarnas fysionomi öfverensstämmer väsentligen med ytlagrets; men liksom i föregående fall spela *Mallomonas*-lämningarna här ej längre samma roll som där.

Bottnen i dess förhållande till plankton; allmänna anmärkningar. Stora Hyttjärn öfverensstämmer med hänsyn till planktonformationernas ökologi väsentligen med Lilla Hyttjärn: i den ena såväl som den andra möta oss de karakteristiska *Dinobryon*- resp. *Mallomonas*-vegetationer, hvilka representera moderformationerna till dygyttjans påfallande halt af *chysomonad*-sporer resp. skelettresten af *Mallomonas*. Jag har på pl. 3 lämnat en mikrofotografisk illustration till dessa förhållanden: den ganska speciesrena fastän detritusinblandade formationen af *Dinobryon bavaricum* (pl. 3, fig. 1) och ett *Mallomonas*-plankton (pl. 3, fig. 3), som på torrpreparat erbjuder en tät besättning af nålar. Jämför man pl. 3, fig. 3 med pl. 2, fig. 2, så torde härigenom åvägabringas en ganska god inblick i planktonsamhällets egenskap af moderformation till de pelagiska sedimentbildningarnas struktur.

Afvikelsen mot Lilla Hyttjärn ligger negativt i ett mera obetydligt uppträdande af litoraldiatoméer; bildningen är alltså i detta fall mera dyartad.

Oxögat

öfverensstämmer väsentligen med Paska-Lampa, såväl med hänsyn till dess allmänna fysionomi, omgifningar som ock arealförhållanden. Alltså en typisk *Sphagnum*-göl med gulaktigt vatten, hvars stränder rundtom bildas af gungande hvitmosse-mattor. I

likhet med Paska-Lampa ligger den midt ute i en mosse, hvadan omgifningarnas barrskog först börjar ett par hundra meter från tjärnens strand. Påväxt obetydlig; dock mera utvecklad än i Paska-Lampa. — Närmast stranden observeras här och hvar en sparsam näckrosformation. Högsta djupet uppgår till ca. 5 meter.

Planktonformationens årliga variation.

- $17/2$ 1914 Fytoplankton saknas.
 $3/5$ 1914 Prof odugligt: fixering försummad.
 $21/7$ 1913 Fytoplankton saknas.
 $19/7$ 1914 » »
 $26/8, 14/8$ 1914 *Mallomonas* dominerar jämsides med zooplankton.
 $16/9$ 1914 *Mallomonas* dominerar alldeles öfver zooplankton; torrprofvet är alldeles krithvitt — som den renaste kiselgur.
 $27/9$ 1913 Af *Mallomonas* föga.
 $28/10$ 1913 » » »
 $10/12$ 1913 Fytoplankton saknas.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder en siktrest, som i första hand karakteriseras af rörformiga bildningar. Den erbjuder f. ö. en ganska grof struktur genom den massiva inblandningen af *Sphagnum*-blad och andra växtrester; jfr pl. 5, fig. 1.

Ett från ca. 5 m:s djup upptaget prof företer med hänsyn till den finare strukturen den typiska rödbruna detritusdygyttjan, i första hand karakteriserad af *Sphagnum*-lämningar; häri bilda *chrysomonad*-sporer och litorala kiselalger ett karakteristiskt om också kvantitativt icke särskildt betydelsefullt inslag. — Torrpreparatet visar en typisk men ringa halt af *Mallomonas*-lämningar.

De djupare lagren erbjuda väsentligen samma struktur som ytlagrets; dock är bildningen här ej fullt så grof, och *chrysomonad*-sporerne göra sig i än större utsträckning gällande som ett karakteriserande element.

Botten i dess förhållande till plankton; allmänna anmärkningar. Oxögats planktonkalender visar med hänsyn till fytoplankton en alldeles enastående specialisering och fattigdom: endast en enda *Mallomonas*-produktion afbryter formationernas eljes af detritus eller *entomostracéer* dominerade och fullständigt algfria prägel. — Dessa äro också de bildningar, som i allmänhet ge karaktären åt de prof, om hvilka det i mina karakteristiker endast angifvits, att »fytoplankton saknas». — I öfverensstämmelse härmed spela också *chrysomonad*-sporer på det hela taget en ganska obetydlig roll för aflagringsens fysionomi: den rödbruna *Sphagnum*-detritus — här f. ö. mera grof än eljes — dominerar alldeles, och äfven litoraldiatoméer äro af mindre betydelse än vanligt. Den föreliggande bildningen är alltså väsentligen dyartad.

Årets enda autotrofa formation inom håfplanktons värld representeras af höstens *Mallomonas*-produktion (jfr pl. 3, fig. 2 och 4), som här måste anses ganska afsevärd: af centrifugprof från 1914 att döma säkerligen ibland ett 1,000-tal individ pr liter. Den relativt ringa halten af *Mallomonas*-rester i dygyttjans ytlager synes vid första påseendet

föga öfverensstämma med dessa erfarenheter; men då bottenprovet togs i juli 1913 — alltså minst 9 månader efter senast förgångna — och tydligen konsekvent höstetid uppträdande — *Mallomonas*-produktion, så finner jag ytlagrets mikroskopiska fysionomi fullt förklarlig med hänsyn till mitt i det föregående framställda antagande om *Mallomonas*-skelettets obetydliga resistens — en uppfattning, hvars riktighet ju f. ö. just genom detta prof från Oxögat blifvit definitivt bevisad.

Paska-Lampa

är en liten typisk *Sphagnum*-tjärn, till formen snarast rund med en diameter af ca. 100 m. Stränderna utgöras rundtom af böljande hvitmossemattor; en litoralvegetation i vanlig mening saknas alldeles. Påväxt ytterst ringa. Vattnet är kraftigt gulbrunt. — Sedan A.-B. Mellersta Sveriges Fiskodlingsanstalt i denna trakt anlagt en forellodling, har det från Paska-Lampa eljes mot norr — här, hvad Klotens tjärnar beträffar, mera rikligt än eljes — afrinnande vattnet uppdämts till större hålldamm, som väsentligen utsträcker sig n. om den gamla Paska-Lampa, hvilkens biologiska karaktär trots dessa förändringar, hvad bottenförhållandena beträffar, synes väsentligen oförändrad. Tydligen ha vi i det följande uteslutande att uppehålla oss vid den egentliga Paska-Lampa eller »Djuptjärnen», som den också numera benämnes. — Dess djup är ganska afsevärdt och uppgår som maximum till ca. 12 m.

Planktonformationens årliga variation.

- ¹⁴/₃ 1914. Fytoplankton saknas. — Ganska allmän förekomst af *Anuræa aculeata*.
¹²/₆ 1914. *Anuræa cochlearis* dominerar; därjämte en obetydlig förekomst af *Dinobryon cylindricum*.
⁸/₇ 1914. En mycket vacker och ganska riklig formation af *Anuræa cochlearis* — *Dinobryon cylindricum* — *Sphærocystis*.
¹⁴/₇ 1913. *Anuræa cochlearis* dominerar jämsides med *Dinobryon sociale* EHBG.
²⁰/₈ 1914. En så godt som monoton formation, behärskad af *Anuræa cochlearis*.
²⁵/₈ 1913. Som föregående: med ett obetydligt inslag af *Polyarthra*.
²⁶/₈ 1914. Mest *Anuræa cochlearis* med ett obetydligt inslag af *Eudorina*, *Sphærocystis*.
⁵/₁₀ 1913. Fytoplankton saknas.
⁶/₁₂ 1913. » » »

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens bottenlam erbjuder en synnerligen grof, väsentligen af väfnadsfragment — hvaribland *Sphagnum*-lämningar i icke dominerande mängd — karakteriserad siktröst; jfr pl. 1, fig. 1 a. Emellertid öfverväger som vanligt i slammet den finare detritus, men u.-f.-provet erbjuder dock en ganska grof struktur (jfr pl. 4, fig. 4); frånslemmas den lösa detritus, så erhålles ett slammingsprof af väsentligen samma fysionomi som siktrösten. En aflagring af denna art (jfr textfig. 14) har tydligen föga gemensamt med gyttja i egentlig bemärkelse utan representerar fastmer en deciderad öfvergång till dybildningens stadium. Hvad den finare strukturen beträffar, så visar ett från ca. 12 m:s djup upptaget prof en något

lerig rödbrun *Sphagnum*-detritus af vanlig om också relativt grof typ. Häri bilda *chrysomonad*-sporer resp. *Mallomonas*-lämningar ett ganska karakteristiskt inslag; litoral-diatoméer sakna all betydelse. Jfr pl. 4, fig. 3. Till följd af de gyttjebildande formationernas obetydliga produktionshöjd föreligger alltså här en utpräglad dybildning.

De djupare lagren erbjuda väsentligen samma fysionomi som ytdyn; dock äro *Mallomonas*-resterna här utan betydelse.

Bottnen i dess förhållande till plankton; allmänna anmärkningar. Paska-Lampas centralkaraktär med hänsyn till planktonformationernas art ligger i den allmänna förekomsten af *rotatorie*-plankton, med *Anuræa cochlearis* som en ledform i första hand; jfr pl. 4, fig. 1. Lokalen ifråga synes därför bl. a. vara af intresse för en närmare diskussion angående *rotatorie*-lämningarnas betydelse för bottenaflagringsarnas fysionomi, så mycket mera som just *Anuræa* af WESENBERG-LUND (l. c. 1901) förklarats vara ett af de få hjuldjur, hvilkas pansar bottenfällas. Några dylika har jag emellertid icke påträffat i Paska-Lampas pelagiskt bildade dy: antingen går den kollaberande formationen sin upplösning till mötes redan under bottenfällningens förlopp eller också nå verkligen dess rester ytdyn, där de emellertid i så fall endast representera ett strukturelement af anmärkningsvärdt kort varaktighet. Med hänsyn till den obetydliga förekomsten af *Anuræa*-pansar i Paska-Lampas bottenvatten vid olika tider af året är jag snarast böjd för att acceptera den förstnämnda uppfattningen.

Sina väsentligen slambildande element erhåller emellertid Paska-Lampa i likhet med de andra tjärnarna af denna typ från strandregionen: *Sphagnum*-blad, andra växtlämningar och den rödbruna detritus. Med hänsyn till den här ringa påväxten äro litoral-diatoméer äfven för bottenaflagringsarnas vidkommande af en mycket ringa betydelse. Så ock de planktogena sedimenten: *chrysomonad*-sporer och *Mallomonas*-rester. Vårens och höstens planktonprof domineras i allmänhet af växtlämningar: alltså ingalunda ett plankton s. str. men väl ett seston (jfr R. KOLKWITZ l. c. 1912), som i själfva verket här representerar en nog så typisk moderformation för den pelagiska slambildningens sedimentstruktur. Jfr pl. 4, fig. 2 och 4: ett höstligt seston med dess *Sphagnum*-blad och andra växtlämningar resp. den af dylika bildningar här i första hand karakteriserade dyn.

Säfvenästjärn

erbjuder en storlek af ca. 400×200 m och afviker till sin allmänna fysionomi väsentligen från de andra närmare undersökta Klotentjärnarna: stränderna äro här till öfvervägande grad steniga, klädda med löfskog; hvitmossa förekommer icke alls som strandbildare. Den högre strandvegetationen är ock något rikligare än i de typiska Klotentjärnarna, hvilka i extremaste fall alldeles sakna en dylik (Paska-Lampa); påväxten ganska riklig. — Vatten svagt gult; högsta djup ca. $5\frac{3}{4}$ m.

Planktonformationens årliga variation.

$\frac{14}{1}$ 1914. Fytoplankton saknas.
 $\frac{14}{3}, \frac{8}{5}$ 1914. » »

- ²/₆ 1914. Formationen uppbygges här af *Anuræa cochlearis*, *Dinobrya* (*D. bavaricum* och *D. cylindricum*) och *Ceratium hirundinella*. Torrpreparatet visar en sparsam förekomst af *Mallomonas* och *Rhizosolenia longiseta*.
- ²⁶/₇ 1913. En synnerligen vacker formation af *Anuræa cochlearis*, *Ceratium hirundinella* och *Peridinium Willei*.
- ³/₈ 1914. En mycket typisk formation, uppbyggd af *Dinobrya* (*D. bavaricum* och *D. cylindricum*) jämsides med *Ceratium hirundinella*. — Af *Mallomonas* föga; så ock af *Rhizosolenia longiseta*.
- ²⁰/₈ 1913. Ett fattigt men typiskt kollapsplankton af *Ceratium hirundinella* (isolerade horn- och plåtbitar); af *Peridinium Willei* enstaka ex. sedda.
- ²⁸/₉ 1913. *Ceratium hirundinella* saknas här alldeles; och som formationsbildande komma här endast i fråga: *Anuræa cochlearis* och *Peridinium Willei*. — Torrpreparatet visar närvaro af *Rhizosolenia longiseta*.
- ²⁹/₁₀ 1913. *Notholca longispina* dominerar jämsides med *Peridinium Willei*.
- ¹⁶/₁₂ 1913. Fytoplankton saknas.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder här en sikrest af helt annan natur än i de typiska *Sphagnum*-tjärnarna: väfnadsfragment uppträda här ej i större mängder — fastmer karakteriseras siktresten rent negativt genom en synnerligen obetydlig halt af dessa element.

Hvad den finare strukturen beträffar, så visar ett från ca. 5 ³/₄ m:s djup upptaget prof en typisk rödbrun detritus, utan *Sphagnum*-lämningar men med en viss halt af smärre exkrementklumpar.

För öfrigt är det rent litorala bildningar, som här ge slatmet dess egentliga karaktär: en påfallande stor halt af kiselalger från strandregionerna. *Chrysomonad*-sporer utan betydelse; så ock skelettlämningar af *Mallomonas*.

De djupare lagren afvika från de ytliga genom en mera afsevärd halt af *chrysomonad*-sporer och genom ett fattigare inslag af litorala kiselalger.

Botten i dess förhållande till plankton; allmänna anmärkningar. Säfvenäs tjärn afviker redan till sin allmänna typ väsentligen från de andra Kloten-tjärnarna: *Sphagnum* saknas i litoralformationerna. Dygyttjan är visserligen ännu väsentligen en rödbrun detritus, men utan det karakteristiska inslag, som eljes levereras af *Sphagnum*-lämningarna. Plankton-kalendern erbjuder en anmärkningsvärd rik variation, väsentligen karakteriserad genom icke sedimentbildande former (*Peridinales*); *Dinobrya* relativt talrika; *Mallomonas* utan större betydelse. De pelagiska sedimenten spela därför en mycket obetydlig roll för slammets mikroskopiska fysionomi: af organogena bildningar dominera de litorala i form af stora *Naviculæ*.

Väkka-Lampa,

erbjudande en längd af ca. 200 och en bredd af ca. 150 m, omgifves till väsentlig del af *Sphagnum*-mattornas strandbildning; rundt omkring barrskogen, som med martallar tränger ända ut på hvitmossetäcket invid tjärnen. — Påväxt ganska riklig. — Vatten relativt klart; högsta djup ca. 11 meter.

Planktonformationens årliga variation.

- $\frac{18}{2}$ 1914. Fytoplankton saknas.
 $\frac{10}{6}$ 1914. Sparsam förekomst af *Botryococcus*.
 $\frac{6}{7}$ 1913. Fytoplankton representeras af *Anabæna* — *Sphærocystis*.
 $\frac{11}{7}$ 1914. *Anabæna* uppträder ganska allmänt.
 $\frac{13}{8}$ 1914. En ganska afsevärd formation af *Anabæna* och *Stichoglæa*.
 $\frac{25}{8}$ 1914. Fytoplankton saknas så godt som fullständigt: endast enstaka fragment af *Anabæna* sedda.
 $\frac{15}{9}$ 1913. Något *Anabæna*; af *Mallomonas* föga.
 $\frac{27}{9}$ 1914. Sparsam förekomst af *Botryococcus*.
 $\frac{23}{10}$ 1913. Af *Mallomonas* föga.
 $\frac{10}{12}$ 1913. Sparsam förekomst af *Botryococcus*.

Bottens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder en af rörformiga bildningar ofta alldeles dominerad siktrest. Slammet erbjuder eljes på de större djupen en relativt fin struktur, då nämligen väfnadsfragment — och särskildt *Sphagnum*-rester — här endast förekomma i mindre mängd.

Hvad den finare strukturen beträffar, så representerar ett från ca. 11 m:s djup upptaget prof en rödbrun, af *Sphagnum*-fragment i första hand karakteriserad detritus, hvars väsentliga karaktär dock icke gifves af hvitmosse-lämningar utan i första hand af mörknade (järnimpregnerade) *Botryococcus*-kolonier, gran- och tallpollen (jfr pl. 5, fig. 3 och 4) — två sedimenttyper, af hvilka den förstnämnda eljes endast mycket sällan synes uppträda i urbergssjöarnas pelagiska slam, för hvilka dock en viss inblandning af barrträdspollen ofta nog är synnerligen karakteristisk. Emellertid är pollenhalten här anmärkningsvärdt hög; förutom tall är också gran — om också i mindre, så dock i högst påfallande utsträckning — representerad i Väkka-Lampas pelagiska gyttja. I den af dessa bildningar i första hand karakteriserade rödbruna detritusmassan bilda därtill *chrysomonad*-sporer ett högst väsentligt inslag (jfr pl. 5, fig. 4). Skelett-rester af *Mallomonas* påvisade men sakna närmare betydelse, så ock litorala kiselalger.

De djupare lagren erbjuda väsentligen samma fysionomi som de ytliga: äfven här är den allmänna förekomsten af mörknade *Botryococcus*-kolonier särskildt påfallande.

Botten i dess förhållande till plankton; allmänna anmärkningar. Plankton synes vid första påseendet näppeligen kunna spela någon större roll för botten-aflagringarnas fysionomi i denna tjärn: *Dinobrya* saknas, *Mallomonas* är fåtalig. Hvad öfriga gyttjebildare beträffar, så är visserligen *Anabæna*-formationen högst karakteristisk för Väkka-Lampas sommarplankton; men dess produktionshöjd är här alldeles för liten för att i något som helst hänseende kunna komma ifråga som en sedimentbildande faktor i detta vatten. Hvad slutligen angår *Botryococcus*, så synes den af planktonprofven att döma sakna närmare intresse i detta sammanhang. Däremot förklaras den anmärkningsvärda halten af tallpollen af tjärnens närmaste omgifningar med dess ofta ända fram till strandlinjen nående barrskog.

Den närmare undersökningen af slammets mikroskopiska struktur har ju emellertid lämnat en helt annan bild än den väntade och möjliggör f. ö. en värdefull komplettering

af de planktologiska data — därmed bl. a. också visande den betydelse, som bottenstudierna kunna erbjuda äfven för den rena planktologien. Sålunda visar den massiva närvaron af smärre *chrysomonad*-sporer (jfr pl. 5, fig. 4) möjligen hän på ett ur håfprofven icke påvisbart maximum af dylika former. Vidare måste den talrika förekomsten af sederterade *Botryococcus*-kolonier grundväsentligt omgestalta den uppfattning om densamma betydelse för tjärnens lif, som eljes framgått ur den planktologiska undersökningen.

Botryococcus är förut känd från fossila gyttjor (jfr LAGERHEIM l. c. 1902) men några af densamma alldeles karakteriserade aflagringar synas hittills icke blifvit observerade. Väkka-Lampa erbjuder emellertid en i bildning varande, af *Botryococcus* i väsentlig grad karakteriserad dygyttja — troligen den första aflagring af denna art, som blifvit närmare känd. Den första förutsättningen för dess uppkomst är tydligen ett allmänt uppträdande af *Botryococcus* inom den pelagiska regionen. De undersökta planktonprovrens relativa fattigdom på denna form måste därför förefalla anmärkningsvärd — så mycket mer, som det åtminstone här icke kan vara fråga om ett förbiseende. Jag föreställer mig därför, att vi i detta fall snarast måste räkna med en kontinuerlig sedertering af en i plankton visserligen perennerande form, som dock icke uppnår några större maxima: den afsevärda totaleffekten blir alltså resultatet af en i och för sig svag men konstant vegetation — icke som annars ofta (*Mallomonas* etc.) af en relativt betydlig men snabbt öfvergående, ibland rent af med explosionsartad häftighet förlöpande högkulmination.

Detta resonemang synes mig emellertid äfven i ett annat hänseende vara af betydelse vid en närmare diskussion angående betingelserna för uppkomsten af en genom *Botryococcus* karakteriserad gyttja, tillhörande den pelagiska regionen. *Botryococcus* sorterar nämligen under den fysiologiska anpassningstyp, som städse — i detta fall till följd af en riklig halt af olja; jfr CHODAT l. c. 1896 — sträfvar att uppnå vattenytan för att i densamma bilda en fin beläggning af gul, grön eller röd färg. Alltså hvad man väl skulle kunna kalla typen *flos-aquæ* i detta ords gamla, egentliga mening. Det är emellertid nu klart, att dylika former af begränsad vegetationstid om ock med ett mera afsevärdt maximum i själfva verket erbjuda ganska små möjligheter till sedertering resp. som gyttjebildare: ty har en gång ytkoncentrationen inträdt — och det sker mest under lugna morgnar eller kvällar —, så erfordras det endast en svag vind, en lätt krusning af vattnet för att sätta hela den grönskande mattan i varsam rörelse mot land, där sedan algerna gå sin undergång till mötes, sönderrifna af vågskvalpet vid stränderna. Så godt som hela produktionen undandrages alltså den pelagiska regionen och inga sediment i dess gyttja komma att i detta fall vittna om det förgångna lifvet.¹

Helt annorlunda måste emellertid förhållandena tydligen gestalta sig äfven för produktioner af denna art, när de äro mera perennerande: må vara att äfven nu den öfvervägande massan i vissa fall transporteras mot land, men regnet af sjunkande kolonier måste här under alla omständigheter dugga tätare öfver den pelagiska regionens botten. Det är ett dylikt fall, som jag antager vara realiseradt med Väkka-Lampa — ett

¹ Ett i viss mån likartadt resonemang — ehuru där för de blågröna algernas vidkommande — återfinnes hos WESENBERG-LUND l. c. 1901, s. 111. Det synes mig emellertid, som vore ett dylikt resonemang af föga intresse, när det gäller sådana långvariga högproduktioner som de, hvilka ofta karakterisera Danmarks sjöar. Helt annorlunda gestalta sig emellertid, som lätt torde inses, dessa förhållandena i våra urbergsvatten med deras i och för sig små och ofta snabbt förgående produktioner af dylika former.

vatten, som därtill genom sitt genom de omgifvande skogstrakterna för vindar skyddade läge synes erbjuda anmärkningsvärdt gynnsamma betingelser just för produktioner af denna art resp. för bildandet af en i första hand *Botryococcus*-karakteriserad dygyttja.

Jag har uppehållit mig något utförligt vid dessa eljes i och för sig nog så enkla resonemang i första hand därför, att *Botryococcus* utgör ett påfallande karakteristikon för plankton i många af de urbergsvatten från Aneboda-området, hvarmed vi i det följande skola sysselsätta oss. Med denna *Botryococcus*' talrikhet inom plankton korrelerar emellertid ingalunda bottensedimentens beskaffenhet: fastmer saknas den ifrågavarande formen så godt som konsekvent i dessa aflagringar. Förklaringen till detta vid första påseendet nog så anmärkningsvärda förhållande finner jag mig med en viss sannolikhet kunna indirekt härleda ur fallet Väkka-Lampa: antingen är produktionen för kortvarig eller också sjöarnas läge för exponerad för att möjliggöra uppkomsten af den *Botryococcus*-karakteriserade gyttjan, hvars första men ingalunda enda förutsättning är en i ett eller annat hänseende riklig förekomst af den ifrågavarande formen inom plankton.

Jag finner mig slutligen i detta sammanhang böra framhålla, att tydligen också den växlande förekomsten af tall- och granpollen i urbergsområdets sjögyttjor och -dy tydligen till en väsentlig grad också beror af rådande vindförhållanden. Ju lugnare vattnet, med dess större precision måste det öfver ytan spridda frömjölet ernå en något så när jämn sedimentering, hvaremot vinden äfven i detta fall torde representera en väsentlig faktor för de litorala pollenaflagringarnas uppkomst. Den omständigheten, att Väkka-Lampas dygyttja äfven på de största djupen i den pelagiska regionen erbjuder en anmärkningsvärd halt af gran- men framför allt tallpollen, synes mig utgöra en ganska belysande illustration till detta resonemang, äfvensom en allmän bekräftelse på dess giltighet öfver hufvud taget.

3. Fytoplankton typer i Klotens tjärnar.

Ökologisk-biologisk diskussion.

Samtliga de undersökta tjärnarna erbjuda med hänsyn till fytoplankton en gemensam karaktär: att dettas produktionshöjd aldrig når de värden, där det vegetationsfärgade vattnet utan vidare antyder den pelagiska regionens intensiva lifsföreteelser. Fastmer saknar plankton här hvarje betydelse för vattnets¹ färg och den ofta mörka vattenytan erbjuder redan vid första påseendet en ödslig anblick, antydande här rådande fattiga produktionsbetingelser för den pelagiskt autotrofa organismvärlden.

Som en gemensam karaktär kan vidare framhållas den obetydliga roll, som fytoplankton här ofta spelar i jämförelse med den pelagiska faunan:¹ åtminstone vår och höst dominerar den sistnämnda alldeles — ofta äfven sommartid — och talrika äro de fall, då fytoplankton öfverhufvudtaget alldeles saknas. Produktionsbetingelserna för den

¹ Detta gäller håfplankton. Hvad däremot nannoplankton beträffar, så är här organismvärlden öfverhufvudtaget af mycket ringa betydelse: den rödbruna detritus dominerar alldeles centrifugresten. Om några nannoplanktonformationer s. str. som sedimentbildare inom Klotens tjärnar kan man alltså icke tala — ett påstående, som icke allenast grundar sig på talrika centrifugeringar från somrarna 1913 och 1914 utan äfvenledes på ett stort antal tarmundersökningar angående entomostracé-plankton från årets skilda månader. Öfverallt dominerar den fina bruna detritus, som också representerar bottenaflagringarnas i väsentlig mätto utfyllande strukturelement.

pelagiska växtvärlden synas på det hela taget synnerligen ogynnsamma; och den planktonflora, som öfverhufvudtaget kommer till utveckling i dessa vatten, erbjuder också en sällsynt specialiserad prägel. Grundtonen angifves oftast af *chrysomonader*; *kiselalger* saknas alldeles; *myxophycéerna* representeras uteslutande af ett par fattiga *Anabæna*-produktioner och af *grönalger* komma endast *Botryococcus*, *Sphærocystis* och *Stichoglæa* ifråga.

Hvilken allmäntyp är det alltså, som dessa Klotens tjärnar representera med hänsyn till fytoplanktonproduktionens karaktär?

Det uppställda spørsmålet är i själfva verket med hänsyn till den föreliggande litteraturen omöjligt att besvara genom en hänvisning till däri uppställda begrepp. En närmare utredning angående dessa förhållanden blir därför nödvändig. Inom litteraturen möta oss här väsentligen två olika arbetsriktningar — dels den geografiska skolan, som (först med WESENBERG-LUND l. c. 1908) uppställer sina geografiskt högst schematiskt begränsade regioner, dels också en mera ekologisk riktning, grundad af APSTEIN l. c. 1896, som i första hand betraktar fytoplankton som en indikator på vattnets allmänna produktionsbiologi. Det torde emellertid icke behöfva närmare framhållas, att såväl den ena som den andra af dessa riktningar har sin gifna betydelse; dock innebär enligt min mening WESENBERG-LUND's regionindelning en oklar sammanblandning af geografiska och ekologiska synpunkter.

Bland de geografiska regioner, hvilka närmare torde kunna ifrågakomma vid de här äfvensom längre fram i samband med undersökningarna inom Anebodaområdet närmare diskuterade fytoplanktontyperna — och några andra anför jag icke här — torde följande — enligt WESENBERG-LUND l. c. 1908 — böra framhållas.

1. Den arktiska regionen. Fytoplankton karakteriseras genom den så godt som totala frånvaron af *myxophycéer*. *Tabellaria*, *Melosira* allmänna. Obetydlig förekomst af *chlorophycéer*; *flagellater* få, *Dinobryon* dock allmän. Produktionshöjd obetydlig.

2. Den nordeuropeiska regionen. [Hit äfven Skottland; gränsen i Sverige går »s. om de stora sjöarna».] Fytoplankton karakteriseras genom en relativt obetydlig förekomst resp. produktionshöjd af *Myxophyceæ*; *Anabæna flos-aquæ* är den väsentliga representanten. Bland *kiselalger* observeras särskildt *Tabellariæ*; af *Chlorophyceæ* *Botryococcus*, *Sphærocystis*, *Stichoglæa* m. fl. *Desmidiéer* (enligt WESENBERG-LUND's mening uteslutande »tykolimnetiska») ge regionen i viss mån dess speciella karaktär. *Ceratium*, *Dinobryon* allmänna; *Peridinium Willei* vida spridd.

Angående de för denna region gällande allmänna lifsfaktorerna har emellertid WESENBERG-LUND bildat sig en delvis ganska oriktig uppfattning. Så skrifver han exempelvis om temperaturförhållandena i dessa vatten: »The comparatively low summer temperature is common to all the lakes of this zone; only exceptionally it may probably exceed 12—14° C.». — Jag har funnit mig böra särskildt framhålla denna oriktighet, då den nämligen äfven angår en fråga af ganska stor betydelse för vissa af de följande utredningarna; man jämföre temperatortabellen sid. 56.

3. Den centraleuropeiska regionen. [Hit äfven England och Irland; det sistnämnda landet dock med en viss reservation: »might perhaps be better referred to the foregoing group». — Gränsen går inom Sverige s. om »de stora sjöarna».] En gemen-

sam undergrupp bildas här af det Baltiska sjöområdet [väsentligen Danmark, S. Sverige, N. Tyskland.] — Fytoplankton karakteriseras här i första hand genom den utomordentliga rikedom resp. produktionshöjden med hänsyn till *Myxophyceæ*: »They produce the waterbloom which on the whole is one of the most characteristic features of the lakes of this zone». *Diatoméerna* uppträda väsentligen med *Melosira*, *Asterionella*, *Fragilaria*, *Stephanodiscus*. *Desmidiéer* utan betydelse; *Chlorophyceæ* rikligt representerade, bl. a. genom talrika *Protococcoideæ*. *Ceratium hirundinella* allmän. *Peridinium Willei* saknas. *Dinobryon* af mindre betydelse.

För den studieriktning, som i första hand särskiljer olika sjötyper efter deras genom fytoplankton-formationernas växlande kvalitet resp. produktionshöjd indicerade allmänt produktionsbiologiska förutsättningar är APSTEIN grundläggande. Han särskilde nämligen redan 1896 *chroococcacé*- och *Dinobryon*-sjöns typer: den ena karakteriserad genom ett rikligt, vegetationsfärgande plankton af i första hand *Microcystis*, den andra däremot representerande ett klart vatten med en fattig, af *Dinobryon* behärskad sommarformation. Den förstnämnda sjötypen är alltså den näringsrika, den sistnämnda den näringsfattiga.

En vidare utbildning af APSTEIN's schema har lämnats af HUITFELDT-KAAS, som vid sina vidsträckta studier öfver norska sjöar konstaterade den APSTEIN'ska indelningens begränsade tillämpningsmöjligheter. APSTEIN's ledform för *chroococcacé*-sjöns typ — *Microcystis* — uppträder nämligen icke alls i Norge, hvadan HUITFELDT-KAAS fann sig böra utvidga det ursprungliga begreppet till att omfatta *myxophycéer* öfverhufvudtaget. Det öfvervägande flertalet af Norges sjöar representerar emellertid icke *myxophycé*-typen; fastmer är det här grönalger — *Botryococcus*, *Sphærocystis* och *Stichoglæa* — och i viss mån *desmidiéer*, som ge den grundläggande karaktären. För näringsfattiga vatten af denna typ har HUITFELDT-KAAS infört beteckningen *chlorophycé*-sjöar.

LEMMERMANN (l. c. 1914 p. 23) har försökt en ny indelning. Då densamma grundar sig på svenskt material, torde den här böra korteligen refereras. LEMMERMAN utgår därvid från den tvifvelsutan riktiga iakttagelsen, att *myxophycéerna* till öfvervägande del ernå sin högsta utveckling i på vissa organiska ämnen rika vatten. I denna miljö saknas emellertid *Ceratium*, som i sin tur når maximum i på mineralsalter mera rika vatten. Saknas dessa bägge produktionsförutsättningar, så står såväl *Ceratium* som också *Myxophyceæ* i ett afgjort minimum: detta är det näringsfattiga vattnet öfverhufvudtaget. För fullständighetens skull inskjutes en fjärde grupp, med en afsevärd men periodisk halt af dessa ämnestyper; men huruvida den kan tänkas realiserad i större vatten äfven i verkligheten, synes mig mer än osannolikt. Det är annars otvifvelaktigt, att LEMMERMAN's tankegång i flera hänseenden är fullt acceptabel; men en afgjord protest måste resas mot försöket att ingruppera sjötyper i ett system sådant som detta uteslutande med stöd af enstaka planktonprof, utan personliga iakttagelser på ort och ställe. Det torde nämligen utan vidare inses, att den fattiga *myxophycé*-produktionen i ett urbergsvatten kan i håfprof erbjuda samma fysionomi som en motsvarande högproduktion från en kalkrik sjö:¹ här kan endast den personliga iakttagelsen på

¹ Det är också högst belysande, att i LEMMERMAN's öfersikt typiska urbergsvatten figurera sida vid sida med sydsjiska kalksjöar under *myxophycé*-vattnets typ! —

ort och ställe ge bilden dess rätta relief — å ena sidan det klara urbergsvattnet, å andra sidan kalksjöns ofta öfvermåttan skarpa vegetationsfärgning. — I det följande kommer jag att ansluta mig till den riktning, som helt enkelt betecknar de olika sjötyperna efter karakteristiska associationer. Jag utgår från APSTEIN's och HUITFELDT-KAAS' utredningar, hvilkas indelning jag emellertid kommer att väsentligen revidera och utvidga.

Efter denna utredning återgår jag till besvarandet af den inledningsvis uppställda frågan: hvilken sjötyp representera Klotens tjärnar? Hänsynstager jag därvid i första hand till den geografiska regionindelningens principer, sådana som de närmare utförts af WESENBERG-LUND, så är det otvifvelaktigt, att dessa vatten erbjuda en högst påfallande nordlig prägel: den obetydliga *myxophycé*-produktionen, det ringa men karakteristiska inslaget af grönalger — särskildt *Sphærocystis*, *Stichoglæa* — förekomsten af *Ceratium curvirostre* och *Peridinium Willei*, frånvaron af planktoniska kiselalger sådana som *Fragilaria*, *Stephanodiscus* — allt talar i denna riktning.

Hvad emellertid *orsaken* till denna nordliga prägel beträffar, så torde den uteslutande vara af rent ekologisk natur. WESENBERG-LUND har äfven beaktat dylika synpunkter. Jag är emellertid i detta hänseende af en helt annan uppfattning, än de WESENBERG-LUND'ska förklaringsprinciperna i första hand fordra. Den nämnde författaren tillmäter ju nämligen temperaturförhållandena en grundläggande betydelse och synes bl. a. böjd att förklara den inom olika regioner högst växlande *myxophycé*-produktionen ur i första hand termiska miljöfaktorer: för honom är varmvattnet *myxophycé*-produktionens egentliga hemvist, hvaremot *kiselalgerna* höra kallvattnet till. Orsaken till den nordliga regionens obetydliga *myxophycé*-vegetationer synes alltså fullt förklarlig ur de föreställningar, som WESENBERG-LUND bildat sig angående här rådande termiska förhållanden: »only exceptionally it may probably exceed 12—14° C.».

Den temperaturserie, som jag i det föregående meddelat för Klotens tjärnar synes emellertid motivera en närmare diskussion angående de för *schizophycé*-produktionen grundläggande realiteterna. Vi finna nämligen där i två af de undersökta tjärnarna en obetydlig förekomst af *Anabæna flos aquæ*; i jämförelse med ytvattnets temperatur förhålla sig dessa förekomster på följande sätt.

Hemtjärn

¹⁵/₇ 1914. Ty = 24°,2. = *Anabæna* förekommer.

¹⁴/₈ 1914. Ty = 17° = D:o d:o

Väkka-Lampa.

¹⁰/₆ 1914. Ty = 18°,3. = *Anabæna* saknas.

¹¹/₇ 1914. Ty = 25° = *Anabæna* förekommer.

¹³/₈ 1914. Ty = 17°,5. = *Anabæna* förekommer.

²⁵/₈ 1914. Ty = 18°. = *Anabæna* i deciderad kollaps.

Det framgår af dessa sammanställningar utan vidare, att ytvattnet under ganska lång tid erbjuder en temperatur, som icke endast ernår den af WESENBERG-LUND (jfr l. c. 1908) som undre utvecklingsgräns för *myxophycéer* angifna siffran af + 18° C. utan

fastmer ofta nog t. o. m. väsentligen öfverträffar densamma. Vi skulle alltså här jämlikt teorien haft att vänta en synnerligen påfallande *myxophycé*-produktion; men i själfva verket är den existerande vegetationen städse till ytterlighet sparsam, och endast en van iakttagare ser här den glesa *Anabæna*-prickigheten i vattnet, som väl f. ö. näppe-ligen ens efter slutförd fullt kvantitativ ytkoncentration torde kunna tänkas ge upphof till en vattenblomning af mera påfallande art — men i så fall säkert af mycket snart öfvergående natur.

Det torde visserligen icke kunna förnekas, att en viss och f. ö. ganska hög temperatur (antagligen $+18^{\circ}$ och däröfver) representerar en oundgänglig förutsättning för de inom nordliga och centraleuropeiska sjöområden vanliga *myxophycéernas* uppmarsch; men att denna förutsättning skulle vara den i central mening produktionsbestämmande faktorn, är tydligen icke riktigt. Personligen är jag fastmer böjd att se den utslagsgifvande realiteten i vattnets tillgång på lämpliga näringsämnen och framförallt därvid en viss halt af hvad man kallat agil organisk substans; temperaturförhållandena tillerkänner jag alltså endast en betydelse i andra hand. Resonemanget bekräftas till fullo därigenom, att de på näringsämnen öfverhufvudtaget fattiga — äfven humussjöarna; jfr ASCHAN l. c. 1906, HOFFMAN-BANG l. c. 1904 — men ingalunda alltid kalla urbergsvattnen just ernå sin hufvudsakliga planktologiska karaktär genom de sparsamma *myxophycé*-produktionerna, hvilka däremot i mera näringsrika sjöar ofta nog ernå den långvariga vegetationsfärgningens anmärkningsvärda högproduktion.

Det är vidare bekant (jfr WESENBERG-LUND l. c. 1908), att af alla former *Anabæna flos-aquæ* går längst mot norr, hvaremot såväl raka *Anabænor* som värmeälskande *Oscillariæ* allmänt uppträda såväl i Norra Tyskland som Danmark: i Skandinavien urbergsvatten saknas de så godt som fullständigt. *Microcystis* ernår på de förstnämnda lokalerna anmärkningsvärda högproduktioner men uppträder eljes icke i större mängder. Samtliga fordra de för sin massproduktion bl. a. ett varmt vatten, en omständighet, som enligt det föregående är fullt realiserbar äfven på den 60:e breddgraden vid en höjd öfver hafvet af åtminstone 300 m. Orsaken till deras växlande uppträdande kan därför icke förklaras ur termiska faktorer men torde mycket väl i första hand kunna härledas ur olikartade kraf på den nutritionsbiologiska miljön. Utgående från den konstaterade utbredningen torde man därför kunna konstruera följande hypotetiska serie af nutritionsbiologiska typer, arrangerade i fallande följd

Värmeälskande *Oscillariæ* och raka *Anabænor*: förekomma endast i mera näringsrika vatten;

Microcystis;

Anabæna flos-aquæ uppträder äfvenledes, ehuru sparsamt, i fattigare vatten.

Af dessa former framtränger alltså *Anabæna* icke endast längst mot norr utan äfven längst i det fattiga renvattnets miljö; *Microcystis* håller en medelväg, hvaremot de värmeälskande *Oscillarierna* och de raka *Anabænor* öfverhufvudtaget — äfven i mindre produktionshöjd — endast uppträda i nutritionsbiologiskt sedt mera fördelaktiga miljöer. Samtliga nå de emellertid sin högproduktion — indicerad genom den långvariga vegetationsfärgningen — endast i sådana näringsrika vatten, som antingen normalt upp-

träda inom exempelvis Danmarks och Nordtysklands kalkrika regioner eller också här och hvar inom urbergstrakter uppstått till följd af kulturens inverkan: de förorenade urbergssjöarnas ofta våldsamma *myxophycé*-produktioner erbjuda i själfva verket en rent experimentell direkt bekräftelse till den här framställda uppfattningen angående de för dessa företeelser i central mening utslagsgifvande orsakerna. Ett synnerligen belysande exempel representeras här exempelvis af det förorenade sjösystemet vid Växjö; jfr sid. 101.

Den stora *myxophycé*-produktionen är alltså en indikator på vattnets rikliga halt af lämpliga näringsämnen. Med miljöns tilltagande utarmning — en företeelse, som i naturen till väsentlig del beror af grundens växlande beskaffenhet; experimentellt har den i stor skala demonstrerats af KOLKWITZ l. c. 1914a — försvinna emellertid dessa former steg för steg. I våra fattiga urbergsvatten representerar därför endast en obetydlig vegetation af *Anabaena flos-aquæ* den sista utposten af en eljes ofta nog inom söt-vattensplankton tongifvande grupp.

Det är otvifvelaktigt, att de nutritionsbiologiska faktorerna öfverhufvudtaget hitintills icke i tillbörlig grad respekterats vid diskussioner angående orsaken till olika områdens fytoplanktologiska fysionomi. Tydligen måste detta påstående i viss mån äfven gälla exempelvis för kiselalgernas vidkommande; ty den låga temperatur, som enligt WESENBERG-LUND (l. c. 1908) är att anse som den grundläggande för *diatomé*-produktionens inträdande, erbjudes tydligen af alla våra urbergsvatten under större eller mindre delar af året. Icke desto mindre saknas de pelagiska kiselalgerna ofta nog alldeles (vissa af Klotens tjärnar) eller också uppträda de i obetydliga mängder (t. ex. i Anebodaområdet) — särskildt i det sista fallet med all önskvärd tydlighet angifvande, att det här ingalunda är geografiska eller termiska faktorer, som fälla utslaget, utan att den produktionsbestämmande faktorn så godt som öfver hela linjen i första hand är att söka i den nutritionsbiologiska miljö, hvars fattigdom i dessa vatten är själfklar. Liknande synpunkter torde kunna anföras äfven för många andra formers vidkommande; och det förefaller i själfva verket högst sannolikt, att det just är dylika faktorer, som framför andra reglera den nordliga regionens planktonbiologi med dess icke endast kvantitativt obetydliga utan äfven kvalitativt högst begränsade produktion. I alldeles samma riktning peka W. och G. S. WEST's erfarenheter från England och Skottland; l. c. 1912. WESENBERG-LUND's baltiska region synes därför väsentligen kännetecknad rent ekologiskt genom en näringsrik sjötyp — den nordeuropeiska däremot genom en näringsfattig.

Våra urbergsvatten vid Kloten måste alltså anses utmärka sig genom en öfver hela linjen för det autotrofa planktons vidkommande fattig nutritionsbiologisk miljö, ett förhållande, som också städse framträder i en genomfördt svag, ofta alldeles betydelselös resp. totalt frånvarande fytoplanktonproduktion. Problemet om »*planktonets Indflydelse paa Milieuet*» (WESENBERG-LUND, l. c. 1909, p. 94) existerar icke alls för dessa vattens vidkommande. Gäller det att närmare karakterisera planktons ekologiska typ här, så kunna APSTEIN's bägge begrepp *chroococcacé*- [inkl. HUITFELDT-KAAS' *schizophycé*-] resp. *Dinobryon*-sjöar alldeles lämnas å sido. Mera afseende måste

tillmätas HUITFELDT-KAAS' utredningar, så mycket mera som de grunda sig på ett stort material från likaledes nordliga trakter. HUITFELDT-KAAS förklarar ju den APSTEIN'ska indelningen otillräcklig för hans ändamål, utvidgar begreppet chroococcacé-sjö — hvilket emellertid här icke närmare angår oss — och uppställer som en ny typ chlorophycé-vattnen. Som ledformer härför kunna anföras *Botryococcus*, *Sphærocystis*, *Stichoglæa* samt ett visst inslag af *desmidiéer*.

Jämföras nu de typiska Klotentjärnarna med denna sistnämnda sjötyp, så är en viss öfverensstämmelse omisskännelig: det är ju i själfva verket endast *Botryococcus*, *Sphærocystis*, *Stichoglæa*, hvilka jämsides med *chrysomonader* och en obetydlig *Anabæna*-produktion här representera det autotrofa elementet i produktionsbilden. Frånvaron af pelagiska *desmidiéer* är däremot frapperande. Till en närmare diskussion angående dylika företeelser återkommer jag först i samband med redogörelsen för Aneboda-studierna. Det är emellertid näppeligen *chlorophycéerna*, som i första hand ge Klotens tjärnar dess fytoplanktologiska karaktär, utan snarast *chrysomonaderna*. Grönalgerna spela en mer framskjutande roll endast i Hemtjärn och Väkka-Lampa; i öfrigt dominera *chrysomonaderna* absolut. Från de typiska *Sphagnum*-tjärnarna afviker Säfvenästjärn genom sina anmärkningsvärda *peridiné*-formationer. Med hänsyn till dessa öfverhufvudtaget lika karakteristiska som också till sitt uppträdande ovanligt rena och specialiserade formationer finner jag det därför fullt berättigadt att med stöd af mitt material från Kloten uppställa följande sjötyper, hvilkas representanter jag grupperar på följande sätt.

Chlorophycé-sjöns typ.¹ — I den öfverhufvudtaget obetydliga planktonproduktionen spela *chlorophycéer* sådana som *Botryococcus*, *Sphærocystis* och *Stichoglæa* en tongifvande roll, i hvarje fall öfvergående *chrysomonadernas* betydelse.

Hit finner jag mig böra föra Hemtjärn och Väkka-Lampa; bägge erbjuda dock äfven vissa anknytningspunkter till *chrysomonad*-sjöns typ.

Chrysomonad-sjöns typ. — Karakteriseras genom en på det hela taget obetydlig planktonproduktion, i dess mest typiska form alldeles utan såväl *kiselalger* som *myxophycéer* och med en relativt obetydlig pelagisk vegetation af grönalger.

Hit för jag Öfre och Nedre Hyttjärn, Oxögat och Paska-Lampa.

Peridiné-sjöns urbergs-typ. — Fytoplankton domineras i första hand af peridinéer, sommartid mest *Ceratium hirundinella*; vår och höst af *Peridinium Willei*. Produktionshöjden obetydlig.

Typisk representant: Säfvenästjärn.

Däremot äro följande sjötyper icke representerade inom Kloten-området; jag anför dem här i första hand som en sammanfattande öfversikt öfver de negativa karaktärer,² som känneteckna Kloten-tjärnarnas planktonbiologi.

¹ För min personliga del finner jag det lämpligast att utbryta *desmidié*-sjön som en särskild typ, i första hand karakteriserad genom de eupelagiska *desmidiéernas* typiska formationer. Som karaktärformer för *chlorophycé*-sjön s. str. återstå alltså endast *Botryococcus*, *Sphærocystis*, *Stichoglæa* o. s. v.

² Naturligen representera dessa af mig till stor del här nyuppställda sjötyper merendels rent schematiska abstraktioner, hvilka endast i undantagsfall i naturen representeras af fullt typiskt specialiserade fall. Jag tillmäter emellertid dessa schematiska beteckningar ett visst värde med hänsyn till den ekologiskt-biologiska be-

Desmidié-sjöns typ. — Karakteriserad genom af eupelagiska *desmidiéer* i första hand dominerade planktonformationer. Särskildt karakteristisk för Skottland och i viss mån äfven Småland. — Synes särskildt i Norge ofta nog representera en kombination med *chlorophycé*-sjöns typ.

Fragilariacrotonensis-typen. — Karakteriserad genom afsevärda högproduktioner af *Fragilaria crotonensis* (A. E. M. EDW.) KITT. — En allmän baltisk sjötyp.

Melosira—Stephanodiscus-sjöns typ. — Karakteriserad genom vegetationsfärgande massproduktioner af *Melosira* under kallvattnets period; en viss förekomst af *Stephanodiscus* mycket påfallande. — En väsentligen baltisk sjötyp; jfr WESENBERG-LUND 1908, p. 283.

Myxophycésjöns typ. — Sommarplankton domineras af stora och långvariga *myxophycé*-produktioner, väsentligen *Anabæna*, *Microcystis*. — Typisk för mera kalkrika regioner.

Pediastrum-typen. — Karakteriserad genom en riklig förekomst af olika *Pediastra*. — En baltisk sjötyp.

Peridinėsjöns mera sydliga typ. — I första hand karakteriserad genom af *Ceratium hirundinella* dominerade sommarformationer, ofta af vegetationsfärgande höjd. — I höstplankton spela *diatoméerna* i motsats till urbergsvattnen en mera framskjutande roll och *Peridinium Willei* saknas. — En baltisk sjötyp.

Tabellaria-Cyclotella-sjöns typ. — Karakteriserad genom *Tabellarians* utpräglade dominans öfver *Melosira*. *Stephanodiscus* saknas; *Cyclotella* allmän. En nordlig sjötyp; jfr WESENBERG-LUND l. c. 1908, p. 275.

Efter denna allmänna diskussion angående olika sjötyper, öfvergår jag nu till en sammanfattande utredning angående plankton som moderformation till den pelagiska regionens dyggyttjor. Jag uppehåller mig därvid väsentligen vid förhållandena sådana som de gestalta sig i Klotens tjärnar och uppskjuter en del jämförande utredningar till ett senare kapitel i samband med en diskussion angående Aneboda-traktens sjöar.

4. Klotens planktontyper i deras egenskap af moderformationer till den pelagiska regionens bottenaflagringar.

Den obetydliga planktonproduktionen i dessa vatten återspeglar sig också i bottenaflagringarnas beskaffenhet: den oftast rödaktigt bruna detritus dominerar jämsides med bildningar af i öfrigt allohton resp. litoral härkomst, och de planktogenas sedimenten spela i allmänhet en mindre framträdande roll. Hvad de förstnämnda beträffar, så är deras frekvens en ren funktion af omgifningarnas närmare beskaffenhet (pollenproducerande vegetation etc.) resp. af litoralregionens mer eller mindre kraftigt utvecklade påväxt: där barrskogen går ända intill tjärnen, når ock pollenhalten i slammet sitt maximum (Väkka-Lampa) och de rikhaltiga (Öfre Hyttjärn) resp. obetydliga

greppsbestämning, som jag tillagt desamma: man behöfver ofta nog endast tillgripa ett par af dessa olika typer för att realisera den kombination, som ekologiskt karakteriserar fytoplanktonformationerna i deras årliga variation. De ha därtill sin gifna betydelse vid jämförande diskussioner angående plankton- och botten typer.

(Paska-Lampa) litorala påväxtnöjligheterna motsvaras också af en riklig resp. obetydlig halt af litorala kiselalger äfven i den pelagiska regionens dygyttja.

Hvad de planktogenas sedimenten beträffar, så kan emellertid aldrig slamstrukturen representera en ren funktion af den förgångna planktonproduktionen: ty många former gå sin upplösning till mötes redan i det fria vattnet, och endast mera resistentas bildningar komma alltså att i slammet antyda den svunna produktionens delvisa fysionomi. För Klotentjärnarnas vidkommande gestalta sig dessa förhållanden något olika för de olika plankton typer, som vi där funnit oss böra särskilja.

Vända vi oss därvid först mot *chlorophycé*-sjöns typ, så är det tydligt, att sedimenteringsmöjligheterna där på det hela taget äro ganska ringa och att alltså dygyttjan ingalunda kan representera någon ens i hufvuddrag riktig funktion af den pelagiska vegetationens art och allmänna produktionsbiologi: många former upplösas alldeles under bottenfällningens gång, och hvad den eljes nog så resistentas *Botryococcus* beträffar, så gestalta sig sedimenteringsmöjligheterna här — som vid den speciella skildringen af Väkka-Lampa närmare utförts — understundom föga gynnsamma. Uppfyllas emellertid vissa förutsättningar i denna riktning, så är också möjligheten af en genom *Botryococcus* karakteriserad bottenstruktur säkrad; och ehuru vi endast lärt känna ett enda dylikt fall (Väkka-Lampa), så torde det dock med ganska stor sannolikhet rent teoretiskt kunna beräknas, att just *Botryococcus* ofta nog måste representera en påfallande karaktärform för den pelagiska regionens dygyttja i sjöar af *chlorophycé*-vattnets typ.

Än mera ogynnsamt gestalta sig emellertid sedimenteringsförhållandena för peridiné-sjöarnas vidkommande; ty här består skelettet uteslutande af sådana bildningar, hvilka snart nog efter kollapsen gå i upplösning, och inga dauerbildningar af mera resistent natur finnas. Bottenaflagringsarna kunna alltså i detta fall icke lämna någon som helst upplysning om den för vattnet dock i första hand karakteristiska produktionen; fastmer måste andra och mera resistentas bildningar ge slammet dess karaktär — antingen sådana af litoral härkomst eller också härrörande från pelagiska vegetationer af mindre grundläggande betydelse för vattnets lif. Så erbjuder ju t. ex. den typiska peridiné-sjön Säfvenäs-tjärn en pelagisk dygyttja, hvars hufvudsakliga karaktär gifves af litorala kiselalger med en ganska obetydlig insprängning af *chrysomonad*-sporer.

Helt annorlunda förhåller sig emellertid i dessa hänseenden den af mig nyuppställda *chrysomonad*-sjöns typ. Här utgör nämligen den pelagiska regionens dygyttja en ofta fullt genomförd funktion af fytoplanktonformationernas utvecklingsgång: samtliga typer äro här representerade såsom mer eller mindre karakteristiska sediment i bottenaflagringsarna — intet är förkommet, utan ett närmare studium af dygyttjans mikroskopiska fysionomi vore i själfva verket fullt tillräckligt för att därur i erforderlig grad åtminstone ekologiskt rekonstruera fytoplanktonformationens årliga variation. Som permanenta sediment ingå nämligen sporbildningar af samtliga dessa former i den pelagiskt bildade dygyttjan; därtill bilda *Mallomonas*-resterna ytterligare ett karakteristiskt inslag i aflagringsarnas fysionomi, ytterligare — fastän det tydligen är af en mera öfvergående natur — understrykande den i viss mån rent kvantitativa sedimenteringsprocess, som är utmärkande för dessa vatten. I öfverensstämmelse med vår kännedom om fytoplanktonformationens årliga utvecklingsgång inom Klotens

tjärnar möter oss också *chrysomonad*-sporerne resp. den af *Mallomonas*-lämningar (periodiskt) mer eller mindre väl karakteriserade dygyttjan inom samtliga de tjärnar, som förut hänförts till *chrysomonad*-sjöns typ: Öfre Hyttjärn, Nedre Hyttjärn, Oxögat och Paska-Lampa. — Väkka-Lampa erbjuder i viss mån ett öfvergångsstadium, hvaremot den snarast som *chlorophycé*-sjö betecknade Hemtjärn såväl saknar det för *chlorophycé*-sjöar af denna art understundom karakteristiska *Botryococcus*-sedimentet som också de för *chrysomonad*-sjöns typ utmärkande bildningarna.

Mellan planktontyp och bottensedimentens mikroskopiska struktur råder alltså — vare sig det gäller positiva eller negativa karaktärer — ett påfallande samband. Någon mera ingående kännedom om, huru dessa förhållanden gestalta sig i våra smärre urbergsvatten, ha vi emellertid hittills icke ägt, lika så litet som dygyttjans resp. dyns bildningsförutsättningar hitintills blifvit utredda. Redan de här meddelade undersökningarna från Klotens tjärnar torde emellertid ha visat, att våra urbergsvatten på detta område representera ett studiefält af otvifvelaktigt intresse — så mycket mer, som de erbjuda i mångt och mycket afvikande förhållanden mot annars kända sjötyper och som man tydligen måste förutsätta, att dessa i viss mån måste vara representativa för vidsträckta delar af vårt land. Det syntes mig under sådana förhållanden önskvärdt att utvidga dessa undersökningar till att omfatta äfven andra sjöområden på urbergets grund; och som ett ytterligare undersökningsfält valde jag därför Aneboda-området i Småland — skildt från Kloten-områdets tjärnar genom frånvaron af *Sphagnum* i litoralregionen och alltså representativt för en andra grupp af smärre urbergsvatten. Tydligen kunde jag icke vänta mig att här återfinna alldeles samma förhållanden, som de för Kloten-tjärnarna karakteristiska; men väl ett vatten af i många hänseenden likartade allmänna förutsättningar och således i sin mån äfven af ett ovedersägligt intresse för svensk limnologi, då såväl den ena som den andra typen torde vara representativ för vidsträckta områden af vårt land. Redogörelserna för plankton- och bottenförhållandena i dessa smärre, af *Sphagnum* icke dominerade urbergsvatten utgör alltså den andra afdelningen af detta arbete. De större urbergssjöarnas allmänna biologi är det min afsikt att först längre fram — efter komplettering af hithörande iakttagelser — och i en särskild afhandling närmare utreda.

Det bör emellertid framhållas, att såväl de ena som de andra undersökningarna snarast äro af en orienterande natur: man kan tvifvelsutan på goda grunder *antaga*, att desamma afse för Sveriges urbergstrakter fullt representativa sjötyper, men en närmare kännedom härom kan dock först vinnas efter mera vidsträckta och mångsidiga studier än de, hvilka det varit mig möjligt att genomföra. Så länge emellertid dylika icke föreligga, ha dock äfven, som lätt inses, de orienterande undersökningarna sitt gifna berättigande och ovedersägliga intresse — åtminstone som en utgångspunkt för kommande studier af mera detaljerad natur.

II. Aneboda-området.

1. Läge och beskaffenhet. Systematiska förutsättningar.

Trakten erbjuder en för det småländska höglandet karakteristisk natur med dess stenbundna moränmark, i allmänhet beväxt med en blandskog af björk och barrträd, här och hvar afbruten af vidsträckta moss- och kärrtrakter samt med talrika småsjöar insprängda i landskapets oregelbundna relief. Urbergsgunden — ett granitfält med en ganska obetydlig insprängning af diorit; jfr HUMMEL l. c. 1877 — anger utan vidare grundtonen i markens och vattnets biokemi: en påfallande fattigdom på kalk. Närvaron af vidsträckta moss- och skogstrakter ger ofta åt det till sjöarna framträngande nederbördsvattnet en färg i gulbrunt och många källådror karakteriseras genom en påfallande halt af järn. »Humussjöarna» äro därför synnerligen karakteristiska för området, hvars limnobiologiska särmarke därtill gifves genom de vidsträckta limonitbildningar, som här pågå — numera ett i väsentlig grad dödt kapital, som dock en gång, och med fördel, exploaterades af en småländsk hyttindustri.

Af traktens talrika sjöar har jag mer eller mindre utförligt undersökt ett 20-tal. I den följande framställningen begränsar jag mig emellertid till en serie smärre sjöar — 14 st. — och förbigår alltså — på ett undantag när, Stråken vid Aneboda — de större sjöarna, hvilkas plankton- och bottenbiologi jag har för afsikt att längre fram behandla efter ungefärligen samma principer, hvilka varit ledande för de här publicerade studierna. Jag har vidtagit denna begränsning i första hand därför, att smärre vatten tydligen — med hänsyn till där rådande mera enkla förhållanden — erbjuda en säkrare utgångspunkt för plankton- och slambilogiska diskussioner än som — med motsvarande undersökningsteknik — skulle möjliggöras för de större sjöarnas vidkommande med deras mera växlande allmänbetingelser. Därtill motiveras den vidtagna materialbegränsningen äfven därigenom, att jag med mina här refererade Aneboda-studier i första hand önskat åvägbringa en jämförande parallell till Klotenområdet hvitmossetjärnar från af *Sphagnum* icke i första hand dominerade urbergsvatten.

Samtliga de af mig här undersökta sjöarna äro belägna inom ett område på $57^{\circ} 0'$ — $57^{\circ} 15'$ n. br. och vid ungefär $14^{\circ} 30'$ ö. br. gr. Höjden öfver hafvet växlar emellan 190 (Stråken) och 230 (Barken) meter. Den årliga medeltemperaturen¹ ligger mellan $+5^{\circ}$ och $+6^{\circ}$; för juli är siffran $+15^{\circ}$ à $+16^{\circ}$, för januari -2° à -3° . Den årliga nederbördsmängden angifves till 600 à 650 mm. Medeltiden för insjöarnas isläggning torde kunna angifvas till den 10 à 20 november; islossningen infaller omkring den 5 april.

Enligt mina erfarenheter följer ytvattnets temperatur åtminstone i de grundare sjöarna något så när den med sommaren stigande lufttemperaturen i dess mera väsentliga växlingar, dock så, att den högsta temperaturen i ytvattnet afsevärdt öfverstiger lufttemperaturens ofvan angifna sommarmaximum. Jag motiverar detta påstående under hänvisning till bifogade temperaturobservationer från sjön Stråken vid Aneboda, hvilka enligt min hittillsvarande erfarenhet synas representativa för trak-

¹ Samtliga här meddelade upplysningar af meteorologiskt innehåll äro hämtade ur H. E. HAMBERG's i litteraturförteckningen närmare citerade arbete.

tens sjöar öfverhufvudtaget. — Några dylika enstaka temperaturmätningar anföras emellertid icke i det följande, då sådana icke föreligga från de exkursioner, hvarvid materialet för bottenstudierna sommaren 1915 insamlades. Emellertid har en regelbunden proftagningsserie, som är afsedd att fortgå minst ett år, blifvit inledd för ett par af de i det följande behandlade mest extrema sjötyperna, hvarvid särskild vikt kommer att läggas vid planktonkalenderns variation i samband med termiska realiteter. Det vill emellertid med hänsyn till erfarenheterna såväl från Kloten-området som också från sjön Stråken synas, som om dessa realiteter knappast kunna påräkna något större intresse för de ekologiska diskussioner, som här komma ifråga.

Liksom förut anför jag i det följande de undersökta sjöarna hvar för sig i tur och ordning, fogar därtill i hvarje särskildt fall några jämförande och resumerande anmärkningar och diskuterar slutligen i ett par sammanfattande afdelningar de allmänna resultat angående plankton och slamb biologiska frågor, som här af synas framgå. Innan jag öfvergår till denna framställning, finner jag mig emellertid — i öfverensstämmelse med redogörelsen för Kloten-undersökningarna — böra förutskicka några anmärkningar af algologiskt-systematiskt natur. Hänvisande till de allmänna grundsatser, som jag redan förut framhållit som de för mina studier reglerande, meddelar jag här nedan i alfabetisk följd de speciella anmärkningar, hvartill Aneboda-materialets bearbetning föranleder.

Bacillariales. Med hänsyn till dessa former har jag i allmänhet — utom för plankton — icke företagit en närmare speciesbestämning. Jag har emellertid öfverlämnat mitt material på detta område till d:r ASTRID CLEVE-EULER, som torde komma att använda detsamma vid en planerad publikation öfver Sveriges diatomé-flora.

Chlorophyceæ. Under beteckningen *Botryococcus* anför jag i det följande en serie inbördes ganska olika former, hvilka tvifvelsutan vid första påseendet synas tillåta en närmare species-analys. Då jag emellertid är af den uppfattningen, att hydrobiologisk forskning föga befordras genom uteslutande på fixerad material grundade och f. ö. ofta nog mer än okritiska speciesdistinktioner af denna art, har jag här funnit det lämpligt att undvika alla nya namn och därför återgått till KÜTZING's gamla form *Botryococcus Braunii*. WILLE har redan förut (1911, sid. 35) vidtagit samma begränsning, framhållande att de talrika hithörande arterna (representerande 3 släkten) troligen till öfvervägande del intet annat äro än »former af den månggestaltade *Botryococcus Braunii* KÜTZ.» Det kan tilläggas, att CARLSON (1906) afslöjat den eljes mycket typiska *Botryodictyon elegans* LEMM. som en med *Botryococcus Braunii* KÜTZ. genom fullständigt kontinuerliga öfvergångsformer förbunden typ; och hvad WEST's *Botryococcus protuberans* beträffar — hvilken jag ofta sett i dessa vatten — så finner jag det sannolikt, att densamma intet annat representerar än en ren fixeringsartefakt, framgången ur den typiska formen genom afsevärda kontraktionsföreteelser i den cellerna omgifvande slemmassan. Arternas systematiska värde synes alltså under alla omständigheter ganska tvifvelaktigt och jag finner det därför t. v. fullt berättigadt att använda det gamla namnet *Botryococcus* såsom en gemensam beteckning. — Som *Stichoglæa* betecknar jag i det följande korteligen *S. lacustris* CHODAT. Af öfriga grönalger ernå endast *Sphaerocystis Schröteri* CHODAT och *Eudorina elegans* EHBG. en större betydelse.

Chrysomonadineæ. Liksom i Klotenområdet vatten spela dessa former äfven för Aneboda-traktens sjöar en betydande roll. Af *Mallomonas* uppträder äfven här väsentligen *M. caudata* IVANOFF; jag betecknar den i det följande korteligen som *Mallomonas*. Af *dinobryer* förekomma talrika representanter för *D. cylindricums* formrika grupp; då jag icke funnit en närmare detaljerad analys vara af intresse, sammanfattar jag dem under den gemensamma beteckningen *D. cylindricum* IMHOF. I öfrigt uppträder *D. bavaricum* IMHOF. Hvad slutligen *Uroglena* beträffar, synes densamma äfven inom detta området ernå samma betydelse som förhållandet är vid Kloten — ett påstående, som mindre motiveras af i det följande diskuterade prof än af andra erfarenheter vid undersökningar på ort och ställe inom området.

Conjugatæ. I många bland de af mig undersökta Smålandssjöarna spela desmidiéerna en synnerligen framträdande roll, representerade af former, hvilka enligt WEST's vidsträckta undersökningar öfver Storbritanniens sjöar äro att anse som fullt eupelagiska. En inblandning af litorala former förekommer endast i undantagsfall och har i så fall påpekats. — Bestämningen af de eupelagiska formerna grundar sig i allmänhet på jämförelse med originalfigurer, hvarvid NORDSTEDT's index med stor fördel anlåtats. Följande arter äro för planktonformationernas fysionomi af en mera väsentlig betydelse och komma därför att anföras i den speciella framställningen: *Arthrodesmus incus* (BRÉB.) HASS. med var. *identatus* W. et G. S. WEST, *A. quiriferus* W. et G. S. WEST, *A. triangularis* LAGERH., *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum* (ELFW.) W. et G. S. WEST, *Sphærozoma vertebratum* RALFS, *Staurastrum anatinum* COOKE et WILLS med var. *pelagicum* W. et G. S. WEST, *St. curvatum* WEST, *St. cuspidatum* var. *maximum* W. et G. S. WEST, *St. jaculiferum* WEST med var. *excavatum* W. et G. S. WEST, *St. lunatum* var. *planctonicum* W. et G. S. WEST, *St. Ophiura* LUND, *St. paradoxum* MEYEN (inkl. var., spec. v. *longipes* NORDST.), *St. pseudopelagicum* W. et G. S. WEST, *St. sexangulare* (BULN.) RABENH., *Xanthidium antilopæum* (BRÉB.) KÜTZ. med var. *Hebridarum* W. et G. S. WEST, *X. cristatum* BRÉB., *X. subhastiferum* WEST.

Myxophyceæ. Bestämningen har verkställts efter LEMMERMANN's monografiska bearbetning, l. c. 1910. — I öfverensstämmelse men LEMMERMANN betecknar jag som *Gomphosphæria Nægeliæ* (UNG.) LEMM. den form, som eljes vanligen går under namnet *Coelosphærium Kützingianum* NÄG. BACHMANN har häröfver (l. c. 1907) verkställt en närmare utredning, till hvilken jag ansluter mig. — En fotografisk framställning af planktonformationer med *Gomphosphæria Nægeliæ* återfinnes hos WESENBERG-LUND (1904), som emellertid kallar formen *Coelosphærium Kützingianum*. — I öfrigt observeras *Anabæna flos aquæ* (LYNGB.) BRÉB. och *Microcystis æruginosa* KÜTZ.

Peridiniales. Af *Ceratium* uppträder i de af mig undersökta planktonformationerna endast *C. hirundinella* O. F. M., hvilken form jag i det följande korteligen betecknar som *Ceratium*. — Sl. *Peridinium* är representeradt af *P. Willei* HUITF.-KAAS.

Zooplankton. Hvad hithörande frågor beträffar, hänvisar jag till mina redan i det föregående — i samband med Klotenundersökningarna — framhållna synpunkter.

2. De undersökta sjöarna.

Stråken,

vid hvilkens n. del Aneboda kyrkby ligger, erbjuder en ganska afsevärd storlek (med en längd af ca. 8 km, ehuru den högsta bredden knappast uppgår till ca. 1½ km), så att den vid första påseendet näppeligen synes böra medtagas i en afhandling sådan som denna, där hufvudintresset ju är inriktadt på de små sjöarnas biologi. Då jag emellertid förfogar öfver en något mera ingående kännedom om planktonformationens årliga variation i denna sjö, äfvensom öfver en del närmare upplysningar öfver de termiska förhållandena, har det synt mig vara af intresse att medtaga densamma som en jämförelse till de i dessa hänseenden delvis ganska obekanta småsjöarna.

Stråken upptager vattnet från ett flertal småsjöar, hvilka genom ån vid Aneboda samfällt afrinna dit. Utloppet ligger vid s. delen af sjön och fortsätter den där upprinnande ån genom ett par smärre sjöar till Salen vid Alfvesta, som i sin tur tillhör Mörrums-åns sjösystem. — Stråkens vatten är till färgen något gulaktigt. — Stränderna äro i allmänhet kantade med block och sten, nästan rundtom bevuxna med blandskog; endast vid norra delen af sjön — och närmare bestämdt invid den bukt, som i n. v. skjuter in mot Aneboda kyrkby — finnas odlade marker af större utsträckning. — Strandvegetationen är som vanligt synnerligen obetydlig. — Hvad djupförhållandena i Norra Stråken beträffar, så äro dessa väl kända genom därvarande fiskeriskolas mätningar; enligt dess karta uppgår högsta djupet på Anebodafjärden till 3 m; ö. om de öar, som afgränsa denna från den egentliga djuprännan, är djupet afsevärdt större och når här — åtminstone för n. sjöns vidkommande — sitt maximum med 12 m strax utanför en öde klippa vid ö. stranden, ö. om sundet mellan Ugglehult och N. Förön. — Ytvattnets sommartemperatur ligger ganska högt, i hvarje fall städse ernående och ofta öfverskridande den för myxophycéproduktionen enligt WESENBERG-LUND (l. c. 1908) kritiska siffran af + 18° C. En sommartemperatur hos ytvattnet af + 20° C. och däröfver är så t. ex. äfven ute i den pelagiska regionen mycket vanlig. — Någon termisk skiktning föreligger icke sommartid; bottenvattnets temperatur öfverensstämmer väsentligen med ytvattnets. — Sjön Stråken är typiskt malmförande.

Planktonformationens årliga variation.

¹⁸/₄ 1912. En obetydlig formation af *Asterionella*, *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*; men i öfrigt intet.

¹⁰/₆ 1910. Håfning i närheten af strandformationerna, Aneboda fjärd. — Massan af *Anebaena*-sporbuntar anger utan vidare ett nyss förgånget maximum.

¹⁶/₆ 1910. En ganska obetydlig formation af *Botryococcus*, *Dinobryon* af typen *cylindricum*, *Eudorina*, *Sphærocystis*, *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*. — *Desmidiéer* utan betydelse för formationens toltalfysionomi: något af *Staurostrum paradoxum* (inkl. var.), ett par *Xanthidia* (*X. antilopæum* var. *hebridarum*, *X. subhastiferum*).

⁶/₇ 1911. Väsentligen en af *Asterionella* karakteriserad formation; mindre af *Botryococcus*, *Ceratium*, *Sphærocystis*. — *Desmidiéer* utan betydelse, representerade med en-

staka ex. af de typiska formerna: *Staurastrum anatinum* var. *pelagicum*, *St. paradoxum* inkl. var., *Xanthidia* (*X. antilopæum* var. *hebridarum*, *X. subhastiferum*).

²⁵/₇ 1911. En ganska fytoplanktonren men sparsam formation af *Ceratium*, *Dinobryon cylindricum*, *Mallomonas*, *Sphærocystis*; *desmidiéer* — representerade med här de sedvanliga formerna i enstaka exemplar — utan betydelse.

⁹/₈ 1911. Profvet förhåller sig med hänsyn till *desmidiéer* som föregående; i öfrigt äro de väsentliga formationsbildarna här *Botryococcus*, *Ceratium*, *Dinobryon cylindricum*, *Sphærocystis*; inblandningen af *Microcystis æruginosa* är karakteristisk.

²/₉ 1912. Karaktären gifves här i första hand genom *Asterionella*, *Microcystis æruginosa* och *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*. Mera enstaka uppträda: *Botryococcus*, *Ceratium*, *Dinobryon*, *Sphærocystis*. — *Desmidiéerna* bilda ett ganska karakteristiskt inslag i formationsbilden: väsentligen *Staurastrum anatinum*, *St. paradoxum* (inkl. var.), vidare — mindre — *St. lunatum* var. *planctonicum* och *St. sexangulare*. *St. Ophiura* uppträder i enstaka exemplar.

²⁴/₁₀ 1910. *Asterionella* (mindre) och *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* (mest) bilda den fond, hvaremot *Botryococcus*, *Gomphosphæria* och *Peridinium Willei* bilda ett mycket karakteristiskt inslag. — *Desmidiéer* saknas. — Torrpreparatet visar frånvaron af *Mallomonas* men närvaron af *Rhizosolenia longiseta*.

⁴/₁₁ 1912. *Asterionella*, *Dinobryon cylindricum* och *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* bilda fytoplanktons hufvudmassa. Häri bilda *Anabæna circinalis*, *Gomphosphæria*, *Microcystis æruginosa*, *Peridinium Willei* ett karakteristiskt inslag. — *Mallomonas* finns men utan betydelse. — *Desmidiéer* saknas.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja, erbjuder — såväl på djupet («utanför öarna») som inne på Anebodafjärdens grundare vatten — en siktrest af utprägladt storklumpig fysionomi. Gytjtjan uppbygges emellertid till en viss del af den fina detritus, men halten af större och smärre exkrementklumpar är dock ganska afsevärd; väfnadsfragment sakna närmare betydelse. Äfven för slamningsrestens fysionomi komma de sistnämnda bildningarna icke alls i fråga: exkrementklumpar och rörfragment dominera alldeles. Jfr textfig. 3 och 4.

Hvad dygyttjans finare struktur beträffar, så är den redan i sina hufvuddrag skildrad i det föregående (jfr sid. 9 och pl. 6, fig. 1 och 2): den fina detritus dominerar alldeles i de ytligare lagren, hvilka f. ö. endast ha att uppvisa ett ganska fattigt om ock i viss mån karakteriserande inslag af *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, litoral-*diatoméer* och *spongie*-nålar — de sistnämnda bildningarna särskildt karakteristiska för grundare partier af sjön. Gentemot ytdygyttjan (jfr pl. 6, fig. 1) afviker djupgyttjan (pl. 6, fig. 2) i första hand genom sin rikliga halt af *melosirer*: öfverhufvudtaget dominera här kiselbildningarna öfver den fina detritus. För ytlagrets vidkommande kunna vi alltså här tala om en rödbrun dygyttja med kiselbildningar af pelagiskt ursprung — särskildt *cycloteller* — som karakteriserande element; djuplagret representerar däremot en utpräglad kiselgyttja med i första hand *Melosira* som tongifvande sedimentbildning.

Plankton och botten i deras inbördes förhållande. — Med hänsyn till planktonformationens årliga variation afviker Stråken på ett synnerligen påfallande sätt från Danmarks och Nordtysklands sjöar: vi finna här icke någon som helst

Melosira-vegetation under vår och höst. Hvad sommarplankton beträffar, så är det visserligen sant, att de blågröna algerna i viss mån understundom här göra sig gällande som karakteriserande element; men någon större produktionshöjd ernå de icke, och vattenblomningens fenomen är kortvarigt och utan betydelse. Hvarken sommartid, vår eller höst når plankton en sådan utvecklingshöjd, att det förmår inverka på vattnets färg: aldrig är ytan färgad i diatomévegetationens bruna nyans och aldrig skimrar den i *myxophycé*-produktionens grönska. Problemet om »*Planktonets Indflydelse paa Milieuet*» (WESENBERG-LUND l. c. 1909, p. 94) existerar alltså i stort sedt icke heller här — det är humusvattnets mörka ödslighet, som städse träder i dagen.

Planktonproduktionen är f. ö. i Stråken föga omväxlande: sommarformationen utgöres så godt som alltid af densamma, obetydliga vegetationen af något *Anebæna flos-aquæ*, *Asterionella*, *Botryococcus*, *Ceratium hirundinella*, *Dinobrya*, *Gomphosphæria*, *Mallo-monas*, *Microcystis*, *Sphærocystis* och *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* — det hela med ett obetydligt och i allmänhet föga påfallande inslag af typiskt pelagiska *desmidiéer*.

Mot denna relativt konstanta fond afteckna sig väsentligen två synnerligen kortvariga maxima af de *myxophycéer*, som i mera näringsrika vatten ofta sommaren igenom dominera planktontypen och förläna vattnet en vegetationsfärgning i grönt: *Anabæna flos-aquæ* och *Microcystis æruginosa*. Af dessa kulminerar först *Anabæna* med ett maximum, som troligen i allmänhet redan afspelar sig i slutet af maj eller början af juni;¹ jag har endast sett dess rester i form af de massor af sporbuntar, som ¹⁰/₆ 1910 flöto omkring i och utanför Aneboda-buktens vassar.

Hvad däremot *Microcystis*-produktionens närmare förlopp beträffar, så hade jag särskildt 1910 tillfälle att närmare följa densamma. *Microcystis* är sommaren igenom ganska allmän i plankton och redan med blotta ögat ser man ofta de i vattnet glest fördelade kolonierna; troligen är en med nämnvärd vattenblomning förbunden ytkoncentration af ytterst kort och tillfällig varaktighet. Så iakttog jag t. ex. vid en båtfärd på morgonen den ³/₈ 1910 för första gången en anmärkningsvärdt tät *Microcystis*-prickighet i de ytliga vattenlagren; sjön låg alldeles spegelblank. Troligen hade här ägt rum en vattenblomning i en mycket tidig morgonstund; eller också var ytkoncentrationen just i full gång. Senare på dagen blåste emellertid en frisk vind upp, och *Microcystis*-anhopningen sopades in mot stranden, där den särskildt i vassarna utanför kyrkan och vid stenstranden utanför Aneboda Mellangård under flera dagar långsamt men säkert gick sin undergång till mötes genom böljornas skvalp. Något nytt maximum inträdde icke detta år; men *Microcystis* var som förut relativt allmän inom plankton — samma ytterst glesa prickighet i det mörka vattnet som förut. Temperaturen uppgick i den pelagiska regionens ytvatten vid kulminationstillfället till + 22°.

Mot hösten försvinna ur Stråkens plankton de värmeälskande formerna: *Anabæna*, *Ceratium* o. s. v.; äfven *desmidiéerna* aftaga i mycket påfallande grad. Det höstliga kallvattnet domineras i första hand af *tabellarier*; *melosirer* saknas fortfarande totalt.

¹ Några kontinuerliga temperaturserier föreligga icke för Stråkens vidkommande. Enligt vid fiskeriskolan i Aneboda förda journaler antecknades emellertid 1908 för maj månad en lägsta temperatur af + 5°; maximum låg vid + 22°. För juni månad samma år äro motsvarande siffror + 15° och + 26°. Från andra månader af detta och följande år föreligga tyvärr endast sporadiska anteckningar.

Betraktar man nu denna planktonproduktion i dess egenskap af dygyttjans moderformation, så är det först och främst alldeles tydligt, att den med hänsyn till dess ringa utvecklingshöjd icke kan komma i fråga som en i första hand gyttjebildande faktor; särskildt måste *myxophycéernas* och *kiselalgernas* betydelse i detta hänseende vara anmärkningsvärdt obetydlig i jämförelse med förhållandena i de sjöar, där *Melosira*-produktionen alldeles dominerar kallvattnets period, *myxophycéerna* däremot varmvattnets.

Slammet uppbygges också till en alldeles öfvervägande grad af en ofta brun detritus och planktogen sediment sakna all betydelse. Då nu denna Stråkens dygyttja blifvit närmare studerad i jämförelse med fytoplanktonformationernas årliga variation, så synes det mig också berättigadt att för alla liknande aflagringer antaga en i viss mån likartad moderformation och alltså att som en rent generell karakteristik för samtliga de Aneboda-områdets i det följande beskrifna sjöar, hvilka med hänsyn till bottenförhållandena öfverensstämma med sjön Stråken, förutsätta en anmärkningsvärdt fattig utveckling af såväl blågröna alger som *Melosira*. Endast ur en moderformation af denna art kan alltså en aflagring sådan som den för Stråken beskrifna tänkas framgå — en tanke, hvars empiriska grund emellertid först synes mig lagd genom vid Stråken-undersökningen vunna resultat med hänsyn till planktonformationernas årliga variation och i deras samband med gyttjebildningarnas närmare struktur.

Barken

erbjuder en längd af ca. $\frac{3}{4}$ km och en bredd af ca. $\frac{1}{3}$ km. Stränder af vanlig småländsk typ med block och sten, till dels dock äfven något sank. Tillflöden saknas, aflopp genom en obetydlig bäck.¹ — Ungefär midt i sjön erhöles ett djup af 3 m; något s. därom var emellertid djupet 5 m. — Sjömalm saknas.

Plankton $\frac{31}{7}$ 1915. En fytoplanktonformation existerar icke: profvet utgöres till en afsevärd del af detritus med en sparsam inblandning af *Anabæna flos-aquæ*, *Botryococcus*, *Ceratium*, *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*. — *Desmidiæer* utan någon som helst betydelse.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder vid ett djup af ca. 3 m en normalt grof struktur genom den talrika förekomsten af hufvudsakligen smärre exkrementklumpar. Slamningsprofvet domineras alldeles af dessa, hvaremot väfnadsfragment saknas; jfr textfig. 15, 16 och pl. 1, fig. 3 c.

Hvad den finare strukturen beträffar, så representerar ytlagret den karakteristiska detritusdygyttjan med ett sparsamt inslag af de här sedvanliga kisel-sedimenten från planktons resp. strandzonens region: *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, *spongie*-nålar och litorala kiselalger. I djuplagret observeras ett allmänt tilltagande för alla dessa kisel-sediment; som ett nytt och synnerligen väsentligt element tillkommer här *Melosira*.

Plankton och botten i deras inbördes förhållande. Bottenaflagringarna erbjuda här i stort sedt alldeles den för Stråken karakteristiska bilden — väsentligen en fin, oftast något brunaktig detritus, hvars sparsamma inslag af planktogen

¹ Samtliga upplysningar af denna art enligt Generalstabens karta af 1873, Vexiöbladet.

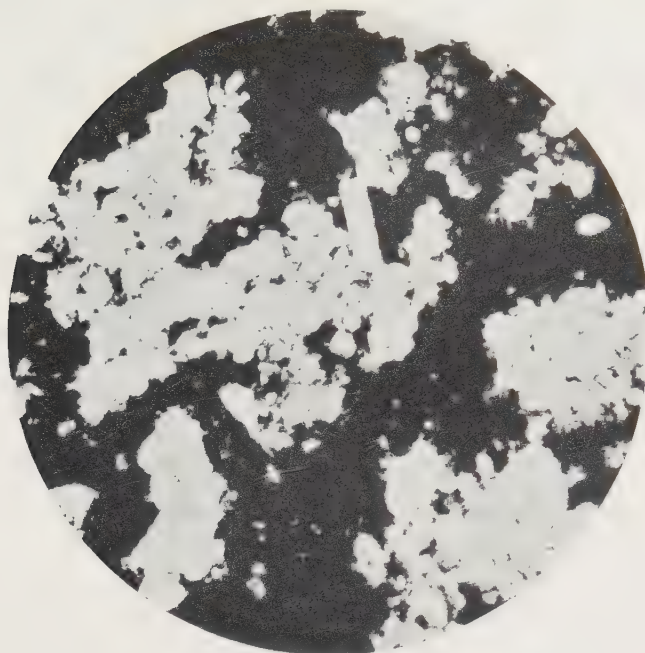


Fig. 15. Sjön Barkens ytgyttja, u. f. $20\times$.
Detritusflockar; talrika små exkrementklumpar.

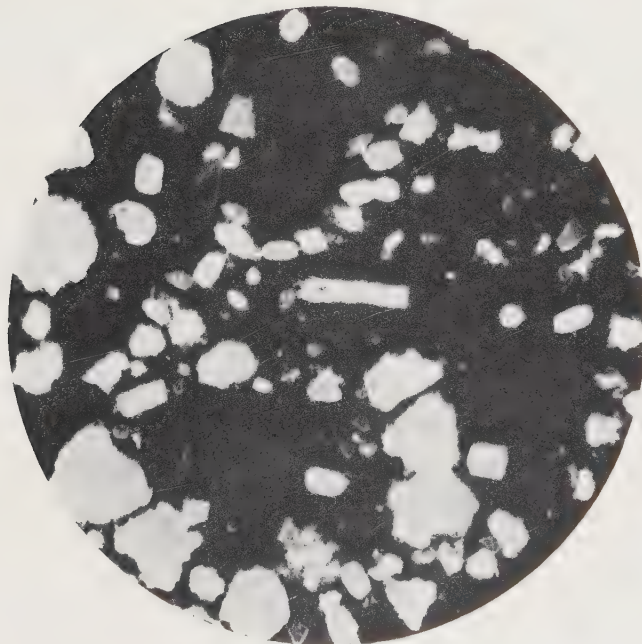


Fig. 16. Sjön Barkens ytgyttja, slammingsrest. $20\times$.
Jfr Pl. 1, fig. 3 c.

sediment synes tillfullo motivera alldeles den uppfattning angående planktonkalenderns art, hvilken blifvit framställd i samband med redogörelsen för sjön Stråken. *Melosirer* torde alltså sakna all betydelse i Barkens vår- och höstplankton och sommarens *blågröna algyformationer* kunna endast ernå en obetydlig produktionshöjd. Som mera positiva karakteristika tillkommer emellertid en viss förekomst af *cycloteller*, *chrysomonader* och *stjärnformiga kiselalger* (*Asterionella* resp. *Tabellaria*).

Detta synes nu — att döma af bottenaflagringarnas i den följande framställningen närmare beskrifna fysionomi — vara den typiska utvecklingsgången för fytoplanktonformationens årliga kalender i dessa vatten öfverhufvudtaget. Den pelagiska dygyttjans öfvervägande halt af detritus men relativt fattiga inslag af planktogen sediment antyder därtill en ringa produktionshöjd öfver hela linjen — ett förhållande, som också till fullo städse bestyrkes af vid den planktologiska undersökningen på ort och ställe gjorda iakttagelser.

Däremot erbjuda de djupare aflagringarna äfven i Barken en helt annan fysionomi, karakteriserad genom en rikare halt af organogena sediment — i första hand kiselalger — och därmed antydande en sedimenteringsepok af snarast organogen (och dels också minerogen) natur, då ännu icke de rödbruna humuskolloiderna spelade samma framskjutna roll som i våra dagar.

De här framställda resonemangen erbjuda, som redan framhållits, inom Anebodaområdet en ganska generell giltighet. Jag hänvisar därför i det följande till denna allmänkarakteristik som den för dessa områden »typiska» och ingår endast i afvikande fall på en närmare utläggning. Det bör emellertid tilläggas, att till den »typiska bilden» äfven hör ett visst inslag af litoralt organogena bildningar — här väsentligen kiselalger och *spongie-nålar* —, hvilkas närvaro äfven i den pelagiska regionen förklaras såväl af vattenens i allmänhet ringa utsträckning som också af den anmärkningsvärda produktionshöjd, som kiselalgerna äfven sommartid ernå i strandzonen.

Bodarydsjön

uppvisar en längd af ca. 1 km och en bredd af ca. $\frac{2}{3}$ km. Sjön utmärker sig i första hand genom sina klippiga, steniga eller grusiga stränder, kantade af en ytterst obetydlig högre växtvärld. — Mossmarker ingå icke i strandformationen. — Vatten något gulaktigt. — I s. ö. delen af sjön erhöles ett högsta djup af ca. 10 m. — Sjön är malmförande.

Fytoplanktonformationen uppbyggdes $\frac{12}{8}$ 1915 af *Asterionella*, *Ceratium*, *Dinobryon cylindricum*, *Gomphosphæria*, *Mallomonas*, *Sphærocystis*; ett ytterst karakteristiskt inslag bildas häri af *Arthrodesmus incus*, *A. triangularis*, *Staurostrum paradoxum*. — Torrpreparatet visar, förutom ett elegant nålplankton, en relativt sparsam förekomst af *Rhizosolenia longiseta*.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder här vid ett djup af ca. 5 m en relativt grof struktur till följd af den allmänna förekomsten af finare och gröfre exkrementklumpar. Slamningsresten domineras alldeles af dessa bild-

ningar — såväl i form af typiska exkrementklumpar (mest) som ock anhopningar däraf, till dels tydligen representerande fragment af rör; jfr pl. 1, fig. 3 d.

Hvad den finare strukturen beträffar, så representerar ytlagret en dygyttja af sedvanlig typ med en ganska obetydlig halt af *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer och *melosirer*; därjämte stjärndiatoméers strålar, litorala kiselalger och *spongie*-nålar. — Torrpreparatet visar därtill en obetydlig halt af *Mallomonas*-rester.

Af de djupare aflagringarna blef dessvärre vid mitt besök på sjön intet prof insamladt.

Hvad plankton och gyttjan i deras inbördes förhållande beträffar, kan jag här — såväl hvad beträffar bottensedimentens härledning ur pelagiska resp. litorala bildningar som också hvad beträffar planktonkalenderns rekonstruktion ur dygyttjans organogena sediment — inskränka mig till en hänvisning till de resonemang, som förut anförts på tal om sjön Barkens ytgyttja; dock afviker Bodarydsjön från den typiska bilden genom en viss om också ganska obetydlig förekomst af *Melosira*.

Fiolen

har en längd af ca. $2\frac{1}{2}$ och en högsta bredd af föga mer än 1 km. Den skiljer sig från flertalet af de småländska sjöarna genom sitt klara och relativt färglösa — alltså icke bruna — vatten. Stränder ganska sterila, grusiga eller steniga. Mossmarker höra icke till omgifningen: utom vid utloppet — Massabäck — hvarigenom Fiolen afrinner till Stråken. Bäckens ifråga löper väsentligen genom moss- och kärrtrakter, bl. a. den dalsänka, där Södra Sveriges Fiskeriförenings Försöksstation vid Aneboda har sina väsentliga områden. Det ursprungligen färglösa Fiolen-vattnet utrinne där för i Stråken som ett typiskt gulbrunt humusvatten. — Fiolen har blifvit noggrant djupmätt genom Fiskeriskolans i Aneboda försorg; högsta djupet uppgår enligt en där befintlig karta till 10 m. — Sjön är enligt mina hittills företagna skrapningar ej malmförande.

Plankton ^{29/7} 1915 erbjuder en mycket utpräglad desmidiéformation — visserligen förorenad af detritus i så afsevärd grad, att desmidiéerna i jämförelse härmed ingalunda dominera. Som väsentliga formationsbildare komma i betraktande: *Arthodesmus incus*, *A. quiriferus*, *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum*, *Staurostrum paradoxum* (inkl. var.), *St. pseudopelagicum*. F. ö. en fattig insprängning af *Anabæna flos-aquæ* (i kollaps), *Ceratium*, *Crucigenia rectangularis* (A. BRAUN) GAY, *Sphærocystis*.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder här en i viss mån ganska grof siktrest: förutom exkrementella bildningar, rör och fragment däraf, också en del större (mer än cm-stora) klumpar. Dylika påträffas äfven annorstädes i dessa urbergsvatten och betecknas i det följande — där de dock endast undantagsvis komma på tal — korteligen som dygyttjebollar. De uppstå sannolikt *in situ* på botten genom sammanbakning af rörfragment och exkrementklumpar och kunna alltså icke jämföras med exempelvis »Sapropel in Geröllform» enl. POTONIE 1908, s. 62. — Med hänsyn till den rikliga förekomsten af exkrementklumpar af olika art erbjuder dygyttjan en ganska grof struktur; slamresten domineras alldeles af dessa bildningar, hvilka f. ö. erbjuda en gråaktigt ljusbrun färg och därigenom skarpt kontrastera mot den här eljes vanliga typen af intensivt rödbruna små- och storklumpar. Fiolens dygyttja är tvifvels-

utan den allra ljusaste, som jag iakttagit inom dessa områden; den motsatta extremen representeras exempelvis af Lygnen med dess kolsvarta, solida exkrementaflagringar. De koprogena bildningarnas tilltagande brunfärgning resp. resistentifiering synes alltså i stor utsträckning representera ett med vattnets tilltagande halt af humusämnen parallellt förlöpande fenomen. — Med hänsyn till den finare strukturen erbjuder ett från ca. 6 m i Fiolen upptaget gyttjeprof en afgjord dominans för den fina detritus — om ock med ett fattigt inslag af *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, *melosirer* och litorala kiselalger. Anmärkningsvärdt nog erbjuder djuplagret ungefärligen samma fysionomi, hvadan man här för en gångs skull påträffar samma typiska detritusdygyttja icke endast i ytlagret utan äfven i djupare nivåer, troligen svarande mot forna epokers planktonformationer.

Plankton och botten i deras inbördes förhållande erbjuda hvad ytlagret beträffar den för Aneboda-områdets sjöar typiska bilden: i dygyttjan dominerar den fina detritus, antydande en ganska låg produktionshöjd för planktons vidkommande. Dess närmare struktur visar f. ö., att *Melosira* endast sparsamt kan uppträda i vår- och höst-plankton samt att sommarens formationer af blågröna alger icke ernå någon större betydelse för vattnets totallif; därtill antydes den sedvanliga närvaron af *cycloteller* och *chrysomonader*. Så tillvida är bilden fullt typisk och — fränsedt aflagringarnas ljusa färg — inträder afvikelsen mot det normala förhållandet först med djupgyttjans fysionomi: ty denna öfverensstämmer alldeles med de ytliga skikten, därmed antydande, att Fiolen — i motsats till flertalet andra vatten här — under mera afsevärda perioder erbjudit väsentligen samma totalbiologi som den, hvilken i våra dagar är rådande.

Med Fiolen ha vi därtill rent planktologiskt sedt gjort bekantskap med en hos oss hittills obekant sjötyp: det klara färglösa urbergsvattnet med ett af *desmidiéer* alldeles domineradt plankton. Till detta förhållande återkommer jag emellertid längre fram mera utförligt.

Frejen

uppvisar en längd af ca. 1 km och en bredd af ca. $\frac{1}{3}$ km. Den representerar en typisk kombination af de steniga och blockiga strändernas resp. dysjöarnas typ: särskildt i ö. äro stränderna grusiga—steniga, men i v. utgöras de väsentligen af torfdy resp. ljungklädda mossar. En anmärkningsvärd sterilitet faller genast i ögonen: knappt en näckros synes i den »svarta» ytan. — Vatten synnerligen kraftigt mörkbrunt. Tillopp obetydliga; aflopp till Lamen likaså. — Djupet uppgår öfver så godt som hela den egentliga sjöytan till 1 å $1\frac{1}{2}$ meter; sjön har emellertid blifvit sänkt på 80-talet. — Sjömalm saknas.

Plankton $\frac{2}{8}$ 1915. Formationens karaktär gifves af *Anuræa cochlearis* och *Gomphosphæria* jämsides med *desmidiéer*, mest *Arthrodesmus incus* med var. *triangularis*, *Staurastrum cuspidatum* var. *maximum*, *St. lunatum* var. *planctonicum*, *St. paradoxum* (inkl. var.). Af mindre betydelse för formationens fysionomi äro *St. anatinum* var. *pelagicum*, *St. curvatum*; vidare *Mallomonas*, *Stichoglaea*, *Sphærocystis*, *Synura*. — Torrpreparatet visar förutom nålar närvaron af *Rhizosolenia longiseta*.

Bottens beskaffenhet. Den pelagiska regionens bottenlam erbjuder här en kombination af den storklumpiga resp. trådiga siktrestens typ; det trådiga inslaget tilltar i afsevärd grad mot stränderna. Dess struktur är med hänsyn till den

afsevärda halten af väfnadsfragment af olika art ganska grof; äfven slamningsresten domineras alldeles af dessa bildningar — till någon del äfven af oregelbundna rödbruna massor, hvaremot exkrementklumparna äro i ett afgjort minimum; jfr textfig. 17.

Med hänsyn till den finare strukturen erbjuder ett från ca. 1½ m:s djup upptaget prof afgjord dominans för detritus, om också inslaget af *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, litoral-*diatoméer* och *melosirer* är ganska karakteristiskt; på torrpreparat kan äfvenledes påvisas en obetydlig halt af rester efter *Mallomonas*, *Rhizosolenia*. I jämförelse med ytdyn (jfr pl. 6, fig. 3) erbjuda emellertid de djupare lagren en högst påfallande uppmarsch för kiselbildningen hela linjen; jfr pl. 6, fig. 4.

Hvad plankton i dess förhållande till botten beträffar, så öfverensstäm-

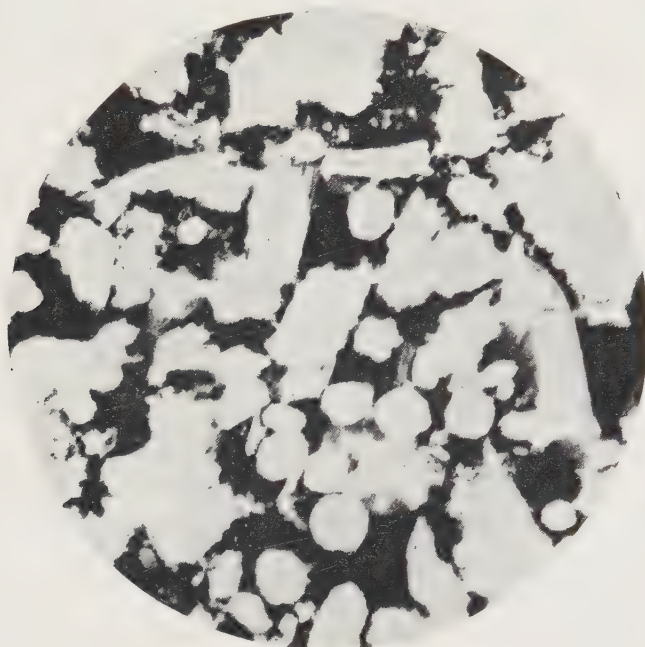


Fig. 17. Frejens ytdy, slamningsrest. 20/1.

mer visserligen Frejen med den här normala bilden genom den rödbruna detritus' dominans öfver de planktogena sedimenten; desamma äro f. ö. af normal typ och antyda med hänsyn till den därur rekonstruerbara planktonkalendern samma obetydliga produktionshöjd för planktons vidkommande, som i det föregående betraktats som för dessa vatten typisk. Afvikelsen mot den normala bilden ligger emellertid i aflagringarnas här anmärkningsvärdt grofva struktur: de kunna endast till en mindre grad här anses vara af koprogen natur. Aflagringen representerar så väl med hänsyn härtill som ock med hänsyn till dess ovanligt höga halt af lös rödbrun detritus ingalunda en gyttja i HAMPUS VON POST's mening — en uppfattning, som f. ö. ytterligare bekräftas genom aflagringens i torrt tillstånd synnerligen mörka beskaffenhet äfvensom genom NaOH-extraktets kraftigt rödbruna färgning. Snarast föreligger här en öfvergångsform pelagiskt-litoral dy. Det är för våra förut framställda resonemang (denna afh., sid. 25—27) af principiell betydelse, att alla dessa företeelser här sammanhånga med ett ovanligt kraftigt rödbrunt färgadt humusvatten.

De djupare aflagringarna erbjuda emellertid genom sin rikliga halt af planktona sediment äfvensom genom sin på det hela taget finare struktur en påfallande kontrast mot den nutida Frejens ytskikt med dess absoluta dominans för den rödbruna detritus. De torde alltså härröra från en epok af rikligare organogen sedimentering men kanske framförallt karakteriserad genom en mindre påfallande närvaro af de nu allt behärskande rödbruna humuskolloiderna — från en tid, då Frejen ännu icke börjat sin nu i full gång varande uppmarsch till dysjöns stadium.

Med Frejen ha vi f. ö. rent planktologiskt påträffat en andra sjötyp, hvars plankton åtminstone tidvis alldeles kan behärskas af *desmidiéer*. Den allmänna miljön är emellertid helt annorlunda än i Fiolen: å ena sidan en dysjö med dess bruna vatten, å den andra en urbergssjö med nästan kristallklart vatten. Jag återkommer emellertid först längre fram till en närmare diskussion angående dessa förhållanden.

Förhultsjön,

hvars längd uppgår till ca. $1\frac{1}{2}$ och med en bredd af ca. $\frac{2}{3}$ km, erbjuder den sedvanliga bilden af skogklädda, steniga resp. grusiga stränder med en obetydlig högre vegetation. Mossmarker tillhöra ej strandregionerna; vatten svagt gult. Afrinner väsentligen genom en obetydlig bäck till Stråken. — Ett större djup än ca. 6 m (ungefärligen midt i sjön) har af mig icke lodats; sjön är i anmärkningsvärd grad malmförande.

Fytoplankton $\frac{2}{3}$ 1915 ytterst fattigt — profvet består till en väsentlig del af *entomostracéer* med en ganska obetydlig inblandning af stora kolonier af *Microcystis ceruginosa*; vidare något *Anabæna flos-aquæ* (i kollaps), *Botryococcus* och *Ceratium*. *Desmidiéerna* representera häri ett mycket fattigt inslag: *Arthrodesmus incus*, *A. quiriferus*, *Staurostrum curvatum*, *St. pseudopelagicum*; *Xanthidium antilopæum* var. *hebridarum*.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dyggyttja erbjöd här en siktrest af typiskt storklumpig fysionomi: rörfragmenten dominera alldeles öfver andra bildningar; jfr pl. 1, fig. 1 c, fig. 2 e. — Äfven dyggyttjan själf är här af en påtagligt grof struktur: de konsoliderade exkrementaflagringarna öfverväga alldeles öfver den fina detritus (jfr textfig. 5). Slamningsresten (jfr textfig. 6) domineras alldeles af rödbruna exkrementklumpar af olika typ och storlek.

Med hänsyn till den finare strukturen visar ett från ca. 6 m:s djup upptaget prof en icke fullt så fattig som eljes typisk förekomst af *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, *melosirer*, litoral-diatoméer och *spongie*-nålar, i djupare lager tilltaga dessa bildningar öfver hela linjen.

Angående plankton och bottnen i dess inbördes förhållande erbjuder Förhultsjön väsentligen den typiska bilden, hvadan jag här kan inskränka mig till att hänvisa till min förut häröfver verkställda utredning.

Grissjön,

som visar en längd af 1 och en bredd af föga mer än $\frac{1}{2}$ km, utmärker sig i första hand genom sina ovanligt steniga resp. grusiga stränder; den litorala vegetationen erbjuder en äfven för Smålands sjöar anmärkningsvärd sterilitet. Större tillopp saknas. Stränder

skogklädda, utan mossmarker. Vattnet relativt färglöst, afrinner genom en obetydlig bäck till Hisshultsjön. — Ungefär midt i sjön erhöles ett djup af 6 m. — Sjön är något malmförande.

Plankton ^{31/7} 1915. Man kan här icke tala om en fytoplanktonformation: profvet utgöres väsentligen af detritus med rester af en förgången *Anabæna*-produktion (kollaberade kolonier af *A. flos-aquæ*); något *Botryococcus*, *Sphærocystis*. — Desmidiéer utan betydelse: väsentligen *Arthrodesmus incus* med var. *identatus*, *A. quiriferus*.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder här vid ett djup af ca. 6 m en synnerligen grof struktur till följd af den massiva förekomsten af ganska grofva exkrementklumpar; den fina detritus är i jämförelse härmed af ringa betydelse. Slammingsprofvet domineras alldeles af dessa rödbruna, högst solidt verkande klumpar: några andra bildningar låta sig icke påvisa. Jfr textfig. 8 och 9; pl. 1, fig. 1 d och 3 e.

Hvad den finare strukturen beträffar, så observeras i ytlagret mellan dess exkrementklumpar en ganska obetydlig halt af den fina detritus med ett synnerligen karaktäristiskt inslag af *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer men framförallt *spongie*-nålar och litorala kiselalger. Däremot saknas *Melosira* alldeles. I djuplagret tilltaga kiselsedimenten om ock svagt så i hvarje fall i en högst deciderad grad.

Plankton och botten i deras inbördes förhållande erbjuder i stora drag den typiska bilden; dock är djuplagrets halt af kisel förande sediment anmärkningsvärdt liten.

Hisshultsjön

erbjuder en längd af ca. 1 och en bredd af ca. $\frac{1}{2}$ km och öfverensstämmer till sitt allmänna utseende i viss mån med Kopparn: stränderna steniga, skogklädda, men här högre, mera klippiga. Emottager en liten bäck från Grissjön och afrinner själf bl. a. genom Kopparn i en liten bäck till Lången. — I s. v. delen af sjön erhöles ej större djup än 3 m, men skall dock djupet på sina ställen enligt erhållen uppgift uppgå till åtminstone det dubbla. Sjön är obetydligt malmförande.

Plankton erbjuder ^{31/7} 1915 en anmärkningsvärdt rikhaltig algformation, dominerad af *Botryococcus* (ofta af den karaktäristiska typen »*Botryodictyon*»), *Gomphosphæria*, *Sphærocystis*, *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*. Rester af *Anabæna flos-aquæ*; föga *Dinobryon*. — Desmidiéerna bilda i formationen ett högst karaktäristiskt inslag: *Arthrodesmus incus*, *A. quiriferus*, *Staurastrum anatinum* var. *pelagicum*, *St. curvatum*, *St. cuspidatum* var. *maximum*, *St. paradoxum* (inkl. var.). — Torrpreparatet visar en föga talrik förekomst af *Rhizosolenia longiseta*.

Bottnens beskaffenhet: Den pelagiska regionens dygyttja från ett djup af ca. 3 m erbjuder med hänsyn till den allmänna förekomsten af smärre exkrementklumpar en relativt grof struktur; slammingsprofvet domineras alldeles här af, och väfnadsfragment förekomma icke. Jfr textfig. 18, 19.

Hvad den finare strukturen beträffar, så kan ytlagret som vanligt betecknas som en detritusdygyttja med ett ganska fattigt inslag af de sedvanliga planktogena resp. från litoralzonen härrörande sedimenten: *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, något *Melosira*,

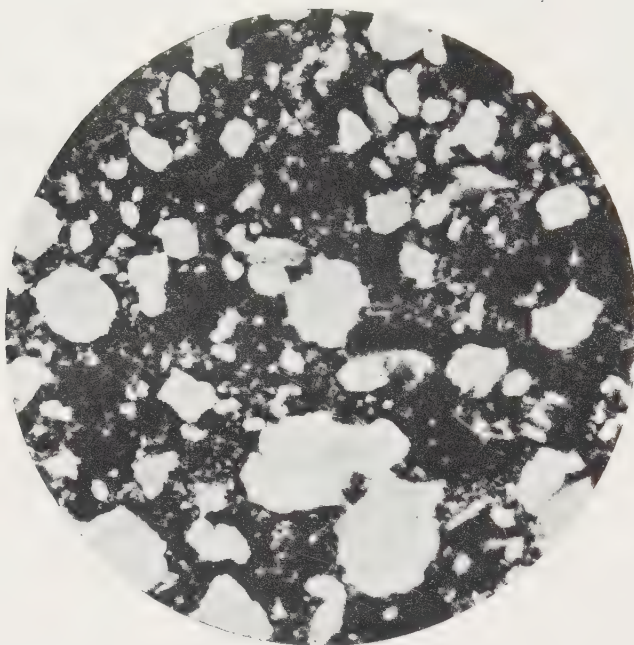


Fig. 18. Hisshultsjöns ytgyttja, u. f. 20/1.

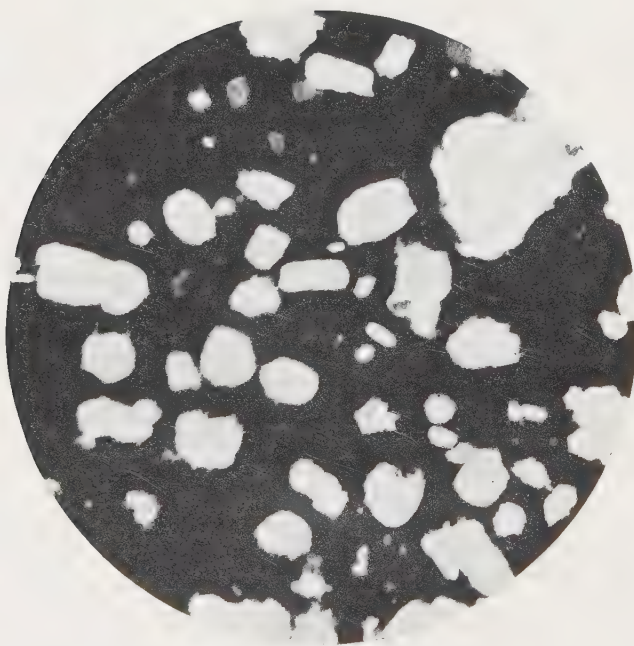


Fig. 19. Hisshultsjöns ytgyttja, slamningsrest, 20/1.

spongie-nålar och litorala kiselalger. Med djupet tilltaga kiselsedimenten afsevärdt och ett par dm under ytlagret påträffas en obetydligt detritushaltig kiselgyttja med i första hand *melosirer* som grundläggande karakteristikon.

Plankton och botten i deras inbördes förhållande erbjuda alldeles den typiska bilden, f. ö. hvad djuplagren beträffar i en anmärkningsvärdt skarp accentuering; jfr Stråken.

Kopparn

framträder på Generalstabens karta af 1873 snarast som en mindre utbuktning af Hiss-hultsjön. Numera intager dock Kopparn i förhållande till den sistnämnda en fullt själfständig ställning: mellan de bägge sjöarna går endast en smal kanal — så grund, att en roddbåt endast med svårighet kan framdragas däri. — Stränder steniga, låga, klädda med småskog; till dels mossiga. — Vatten klart, relativt färglöst. — Vid mina (fåtaliga) lodningar erhöles ej större djup än 3 m; sjön är enligt mina erfarenheter icke alls malmförande.

Plankton erbjuder $\frac{31}{7}$ 1915 en ganska rik algformation, karakteriserad af *Anabaena flos-aquae* (i kollaps), *Ceratium*, *Dinobryon cylindricum*, *Gomphosphæria*, *Microcystis*, *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*. — *Desmidiéeer* utan all betydelse; jfr Hiss-hultsjön.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder vid ett djup af ca. 3 m en relativt grof struktur till följd af den allmänna förekomsten af smärre exkrementklumpar; slamningsresten domineras alldeles här af och väfnadsfragment förekomma icke.

Hvad den finare strukturen hos de ytliga dygyttjelagren beträffar, så öfverväger här alldeles den fina detritus och endast ett ganska fattigt inslag af *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer och *melosirer* representera de planktogena sedimenten; de från litoralregionen härrörande utgöras som vanligt af *spongie*-nålar och litorala kiselalger. I jämförelse med ytgyttjan visa de djupare lagren en anmärkningsvärdt rikligare fördelning af kisel-sediment öfverhufvudtaget.

Plankton och botten i deras inbördes förhållande erbjuda här alldeles de typiska företeelserna.

Kalfven

upptager en yta af ca. $\frac{1}{4}$ kvkm, omgifves till väsentlig del af ljungklädda högmossar. Litoral växtlighet — väsentligen ett bälte af starr och *Equisetum* — mindre fattig än hvad som eljes i dessa trakter är vanligt; äfven ute i sjön observeras några ruggar af *Sparganium ramosum*. — Vatten af en mörkbrun färg. — Djupet uppgår i sjöns midtparti i allm. till ca. 1 m. — Sjömalm saknas.

Fytoplanktonformationens karakteristik gifves $\frac{13}{8}$ 1915 af *Dinobrya* (af typen *D. bavaricum* och *cylindricum*), *Mallomonas* och *Botryococcus*; icke pelagiska *desmidiéeer* förekomma som enstaka insprängningar utan betydelse för formationens toltalfysionomi.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens bottenaflagringer visa här vid ett djup af ca. 1 m — för en gångs skull är det skrapprof, som ligger till grund för de nedan meddelade undersökningarna — en synnerligen grof karaktär till följd af den massiva närvaron af smärre väfnadsfragment. Slamningsresten domineras i väsentlig mån af dylika bildningar, och exkrementklumpar göra sig endast i mindre utsträckning gällande som ett karakteriserande element. Jfr textfig. 13.

Hvad den finare strukturen beträffar, så dominerar detritus i alldeles öfvervägande grad: det sedvanliga inslaget af kiselsediment — här väsentligen *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, litorala kiselalger och *spongie*-nålar — spelar en anmärkningsvärdt obetydlig roll. Med djupet tilltaga emellertid de kiselförande sedimentens betydelse — särskildt observeras den här relativt allmänna förekomsten af *Melosira* — utan att dock öfverväga öfver den fina detritus, som fortfarande dominerar.

Plankton och botten i deras inbördes förhållande. Som en sedimentbildande realitet är plankton af anmärkningsvärdt liten betydelse för Kalfvens biologi: fastmera dominera de grofva litorala sedimenten alldeles i de pelagiska aflagringer, hvilka f. ö. erbjuda en lika grof som obearbetad struktur. Bildningen är ingalunda till väsentlig grad af koprogen natur, representerar sålunda icke alls en gyttja i HAMPUS VON POST's mening utan befinner sig snarast — alldeles som Frejen — i en mycket deciderad öfvergång till den snarast litoralkarakteriserade dybildningens stadium. — Jfr i ö. hvad som anförts på tal om Frejen, med hvilken sjö Kalfven i flera hänseenden visar en viss öfverensstämmelse. De djupare aflagringer härröra emellertid från en tid af motsatt karaktär, antydande en mera riklig sedimentering från plankton och en icke så utpräglad dominans för väfnadsfragment och humuskolloider som den, hvilken kännetecknar våra dagars Kalfven; den var tydligen också då snarare en gyttje än en dysjö. Förhållandena äro alltså här fullt analoga med Frejens.

Lamen,

med en längd af ca. 2 och en bredd af ca. 1 km erbjuder väsentligen den typiska sten-resp. blockstrandens sjötyp: dock ingå äfven mossar i strandformationen. — Vatten typiskt gulbrunt. — Tillopp från Frejen, aflopp till Kalfven. Uppmätt genom Fiskeriskolans i Aneboda försorg och uppgår det högsta djupet enligt därvid upprättad karta till 3 m. Ute på sjön är ett djup af 2 m synnerligen vanligt och härröra också mina prof från den pelagiska regionen från en dylik punkt. — Sjömalm saknas.

Fytoplankton ¹⁰/₈ 1915. Ehuru profvet till en väsentlig del består af detritus med ett synnerligen karakteristiskt inslag af *Botryococcus* och i viss mån *Gomphosphæria*, så är det dock *desmidiéerna*, som här ge den egentliga grundtonen: *Arthrodesmus incus* med var. *identatus*, *Staurastrum anatinum* v. *pelagicum*, *St. paradoxum* (inkl. var.), *St. cuspidatum* var. *maximum*, *St. pseudopelagicum* (af mindre betydelse), *Xanthidium cristatum*, *X. subhastiferum*.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjöd här en ganska obetydlig siktrest, hvari förutom något exkrementella bildningar och väfnadsfragment äfvenledes observerades stora dygyttjebollar. Tillföljd af den rikliga inbland-

ningen af småklumpar erbjuder emellertid dygyttjan en ganska grof struktur; slamningsresten ger öfvervägande exkrementklumpar och rörfragment.

Med hänsyn till den finare strukturen visar sig den från ett djup af ca. 2 m upptagna dygyttjan väsentligen bestå af detritus med en ganska fattig insprängning af *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, litoral-*diatoméer* och *spongie*-nålar. (Jfr pl. 7, fig. 3.) Däremot uppvisar djupgyttjan ett allmänt tilltagande af kiselsediment, särskildt *Melosira*.

Hvad plankton och botten i deras inbördes förhållande beträffar, så gäller för Lamens vidkommande här tillfullo den typiska bilden såväl med hänsyn till de ytliga som djupare aflagringarnas fysionomi i deras samband med det plankton, hvarur de till dels framgått.

Emellertid föranleder mig den obetydliga förekomsten af isolerade strålar af *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* i ytlagret till några särskilda anmärkningar. Det framgår nämligen af de för Aneboda-traktens sjöar meddelade planktologiska upplysningarna, att just denna form ofta måste spela en mycket framträdande roll inom plankton — en företeelse, som emellertid ingalunda korrelerar med bottenaflagringarnas mikroskopiska fysionomi. Detta faktum torde just med användning af förhållandena i sjön Lamén ¹⁰/₈ 1915 som utgångspunkt kunna ernå en viss förklaring; ty i planktonprovet af denna dag saknas alldeles den ifrågavarande *Tabellarian*, som dock enligt mina erfarenheter från hösten 1910 vid denna årstid uppnår ett afsevärdt kulmen inom plankton. Jag hade också väntat mig en ganska allmän förekomst af dess strålar i ytdygyttjan, ett antagande, som emellertid (jfr pl. 7, fig. 3) icke visade sig berättigadt.

Att *Tabellarian* bottenfålles, framgår emellertid såväl af ytprofven från Skärsjöarnas dygyttja 1915 (hvarom mera i det följande), som också af talrika djupprof från olika lokaler. Förhållandena i sjön Lamén synas mig därför i kombination med erfarenheter från andra lokaler resp. nivåer motivera en närmare uppfattning om betingelserna för den ifrågavarande *Tabellarians* mer eller mindre framskjutna roll som en sedimentbildande faktor. Åtminstone i grundare urbergssjöar bottenfålles alltså *Tabellaria*-produktionen åtminstone till en ganska väsentlig del. De isolerade strålarna gå emellertid åtminstone vid en mera obetydlig produktionshöjd snart nog sin upplösning till mötes i ytdygyttjan: den af *Tabellaria*-strålar karakteriserade rödbruna detritus-dygyttjan representerar alltså i stort sedt icke en permanent aflagring utan endast en bildning af mera öfvergående struktur. Däremot synes den ofta anmärkningsvärda halten af *Tabellaria*-strålar i djupare lager antyda en mera riklig produktion än den nutida. Dess konservering kan möjligen stå i samband med en afgjordt mindre halt af rödbruna humuskolloider på dessa nivåer. Är detta senare antagande riktigt, måste man som en teoretisk nödvändighet förutsätta existensen af en i bildning varande, *Tabellaria*-karakteriserad aflagring i sådana *Tabellaria*-förande vatten, för hvilkas botten sediment t. ex. finlera dominerar öfver den rödbruna detritus; cfr djupprofven. Dock torde äfven en mindre dyartad, rödbrun detritusgyttja i vissa fall kunna ernå en af *Tabellaria*-strålar karakteriserad, i viss mån permanent struktur — detta i händelse af en med hänsyn till dessa alger mera afsevärd produktion än den, som i allmänhet torde vara utmärkande för våra urbergsvatten. — Hvad som här anförts om *Tabellarian*, torde i än högre grad gälla *Asterionella*: isolerade strålar af såväl den ena som den andra formen

visa en allmän utbredning inom dygyttjorna, men frekvensen är merendels sparsam. I allmänhet öfverväga *Tabellaria*-strålarna; förekomsten af *Asterionella* är så pass obetydlig, att jag ofta nog ej ens anmärkt densamma.

Lygnen,

med en längd af ca. 1 km och en bredd på ca. $\frac{1}{3}$ km, erbjuder så godt som genomgående sank, starrbevuxna stränder. Omgifningen utgöres till väsentlig del af mossmarker. — Vatten kraftigt gulbrunt. — Tillopp saknas. — Djupet öfverstiger ingestädes ca. 1 m; sjömalm saknas.

Planktonformationens karaktär $\frac{13}{8}$ 1915 gifves i första hand genom *Botryococcus*, *hinnkräftor* och *detritus*; den förstnämnda är af fytoplankton tongifvande. Som mera enstaka insprängningar observeras: *Dinobrya* (mest *D. cylindricum*), *Anabæna flos-aquæ* (ett fåtal ex. i kollaps, antydande en förgången produktion), *Gomphosphæria*, *Sphærocystis*. *Desmidiæer* utan större betydelse, representerade af errata former — antydande mossarnas närhet samt sjöns ringa djup och utsträckning i öfrigt.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens bottenlam erbjuder en ganska obetydlig siktrest, uppbyggd i första hand af smärre bladbitar och väfnadsfragment. Slammet består väsentligen af finare detritus och klumpar af ekskrementell natur; väfnadsfragment utan betydelse. Slamningsresten domineras af kolsvarta, högst solidt verkande småklumpar; af växtlämningar föga.

Med hänsyn till sin finare struktur erbjuder den från ca. 1 m:s djup upptagna pelagiska dyn ett ganska karakteristiskt inslag af *chrysomonad*-sporer, litoral-diatoméer och *spongie*-nålar; *Melosira* är sällsynt och den fina detritus jämsides med litoralt organogena bildningar dominerar afgjort öfver de planktogena sedimenten öfverhufvudtaget. (Jfr pl. 7, fig. 1, 2.) De djupare lagren visa däremot en afsevärdt rikligare halt af kiselsediment, särskildt *Melosira*.

Hvad plankton och botten i deras inbördes förhållande beträffar, så erbjuder Lygnen den sedvanliga typiska bilden.

Redan det intensivt bruna vattnet synes emellertid antyda, att äfven Lygnen — liksom Frejen och Kalfven — skulle erbjuda ett decideradt och f. ö. långt framskridet öfvergångsstadium till dysjöns sedimenteringsepok. Med hänsyn till slamningsrestens fysionomi tvekar jag icke att beteckna den för Lygnens pelagiska region karakteristiska aflagringen som typiskt pelagisk, ty de koprogena bildningarna dominera alldeles öfver växtlämningarna. Här föreligger sålunda ett verkligt typiskt exempel på en koprogen pelagisk dyaflagring.

Af rent planktologiska karaktärer förtjänar särskildt den rikliga förekomsten af *Botryococcus* $\frac{13}{8}$ 1915 att anföras. Jag har aldrig annars sett ett genom denna alg så absolut domineradt plankton — en dominans, som dock icke framträdde redan i den fria vattenmassan. Sannolikt förekomma dylika *Botryococcus*-vegetationer (jfr pl. 5, fig. 2) ganska allmänt inom många urbergsvatten: så mycket mera påfallande är frånvaron af dylika sediment i den pelagiska regionens dygyttjor. Angående dessa förhållanden hänvisar jag emellertid till mina i samband med skildringen af Väkka-Lampa redan förut anförda resonemang.

Norra Skärsjön, n. om Skärshult,

erbjuder ett helt annat utseende än den af mig likaledes undersökta S. Skärsjön: ett långt (ca. 2 km) men mycket smalt (under $\frac{1}{2}$ km bredt) vatten, med grusiga resp. steniga stränder, kantade med blandskog. — Mossmarker ingå ej i strandregionen. — Vatten typiskt gulaktigt. — Tillopp obetydliga; afrinner till Södra Skärsjön. — Högsta mig bekanta djup har anträffats ungefär midt ute på Stora Sjön — den mot s. o. nedskjutande, uppgrundade viken frånräknas alltså här — och uppgår till ca. 6 m. — Sjön är malmförande.

Fytoplankton $\frac{3}{8}$ 1915 erbjuder en verkligt typisk, ren planktonformation med *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* som väsentligt karaktistikon; därjämte något *Asterionella*. Härmed inblandadt talrika men små kolonier af *Sphaerocystis*; *Gomphosphaeria* mycket allmän, så ock *Mallomonas*. Mera enstaka förekomma *Botryococcus* och *Anabaena flos-aquae* — den senare i kollaberande kolonier, antydande en förgången produktion. *Desmidiéeer* sakna större betydelse för formationsbildens fysionomi; dock bildar *Sphaerozoma vertebratum* häri ett ganska karaktistiskt inslag. — Torrpreparatet visar närvaron af *Rhizosolenia longiseta* och *Rh. eriensis* W. Sm.

Bottnens beskaffenhet: Den pelagiska regionens dygyttja erbjuder här vid ett djup af ca. 6 m en något gröfre struktur — till följd af en större halt af exkrementklumpar — än i Södra Skärsjön. Slamningsresten (textfig. 20) domineras alldeles af dylika bildningar; väfnadsfragment saknas.

Den finare strukturen är här ytterst karaktistisk och afviker väsentligen från det här eljes allmänna schemat: jämsides med den fina detritus dominera nämligen här kisel-sediment af olika art. Som vanligt observeras däraf *cycloteller*, *chrysomonad*-sporer, hvaremot *spongie*-nålar och litorala kiselalger förekomma i mindre mängd. Den centrala, grundläggande karaktären gifves emellertid här (jfr pl. 7, fig. 4) genom den massvisa närvaron af stjärnkiselalgens isolerade strålar: mest *Tabellaria*, mindre *Asterionella*. — På torrpreparatet observeras en afsevärd halt af *Mallomonas*-lämningar (plåtar, borst) samt enstaka fragment af *Rhizosolenia*.

I djuplagret saknas de sistnämnda bildningarna; stjärnkiselalgernas strålar uppträda emellertid fortfarande i anmärkningsvärd mängd; f. ö. observeras *melosirer* och litorala kiselalger.

Hvad plankton och botten i deras inbördes förhållande beträffar, så afviker N. Skärsjön i flera hänseenden från den typiska bilden: här dominerar ju ej ej längre den fina detritus öfver de planktogena sedimenten — snarare tvärtom. Med hänsyn till *cyclotellers*, *chrysomonaders* (exkl. *Mallomonas*), *melosirers* och *myxophycéers* allmänna produktionsföreteelser är emellertid bilden fullt normal, och afvikelsen inträder först för *Mallomonas* och *stjärndiatoméerna*. Den förstnämndas skelettresterna bilda ett ytterst karaktistiskt inslag i ytgyttjans mikroskopiska fysionomi. Tanken går ovillkorligen åter mot Klotens tjärnar, men stannar dock inför de likaledes dominerande stjärnstrålarna som ett för dessa trakter okänt fenomen. Då emellertid *Mallomonas*-resterna — såsom vi i den föregående framställningen närmare utredt — endast representera en

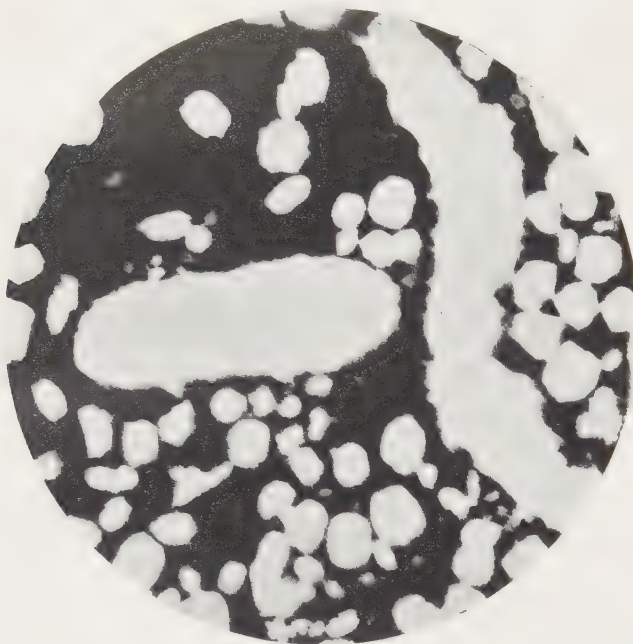


Fig. 20. Norra Skärsjöns ytgyttja, slamningsrest. $20\times$.

De på bilden befintliga mask- resp. larvrören äro relativt små och deras fragment uppnå knappast större storlek än större koprogena bildningar. Jfr sid. 42—43.

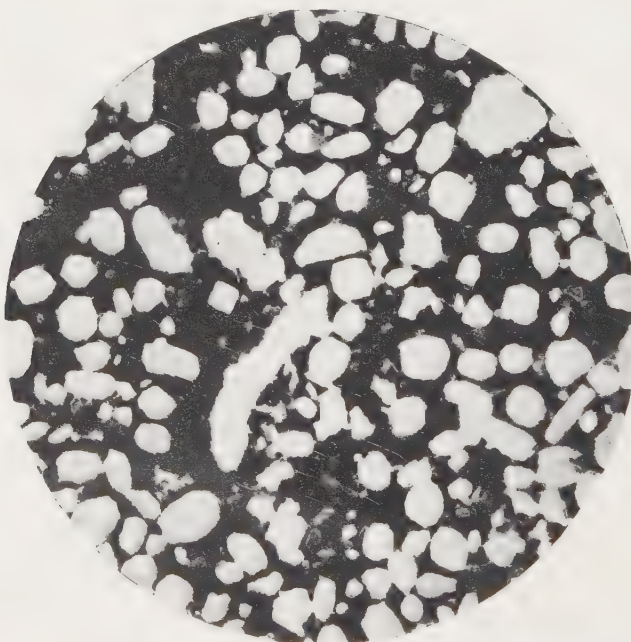


Fig. 21. Södra Skärsjöns ytgyttja, slamningsrest. $20\times$.

På bilden framträda ett antal larv- eller maskrör af obetydlig storlek. De koprogena bildningarna äro här också af en anmärkningsvärdt obetydlig storlek. Jfr sid. 50—51.

bildning af relativt öfvergående art, torde Norra Skärsjöns slambildning åtminstone i detta hänseende kunna betraktas som fullt typisk för många af Aneboda-traktens sjöar: *Mallomonas* är där en ofta allmän planktonform, och vi måste alltså — med stöd af förut verkställda utredningar — teoretiskt förutsätta här och hvar inom området slam-aflagringar med periodiskt existerande, af *Mallomonas*-rester i första hand karakteriserade strukturer.

Det torde vid första påseendet kunna synas helt naturligt, att alldeles samma resonemang anfördes som förklaring till den massvisa förekomsten af stjärnstrålar i ytyttjan $\frac{3}{8}$ 1915. Det synes mig emellertid icke osannolikt, att produktionshöjden för *Tabellaria* här verkligen kan ligga så högt — åtminstone vid besöket $\frac{3}{8}$ 1915 saknade den dock hvarje betydelse för vattnets färg — att vi här måste räkna med en i viss mån permanent struktur, en *Tabellaria*-karakteriserad, mindre dyartad gyttja. Antagandet stödes af förhållandena i S. Skärsjön samma dag äfvensom vid en jämförelse mellan de bägge sjöarnas yt- och djupgyttjor; jfr dock härtill äfvenledes sid. 95—96.

Södra Skärsjön, v. om Skärsmo,

afviker väsentligen från den eljes i dessa trakter sedvanliga steniga skogssjöns typ. Stränderna omgifvas nämligen af odlade kärrmarker resp. till dels också gungande hvitmossemattor. Strandvegetationen obetydlig: utanför *Sphagnum*-mattorna något näckrosor, eljes en ringa *Equisetum*-zon. — Sjön, som enligt Generalstabens karta erbjuder en längd af ca. 1 km, är emellertid numera afsevärdt sänkt, och den kringliggande löfskogen börjar först bakom de nyodlingar resp. mossformationer, som behärska stranden. — Vatten utprägladt guldfärgadt. Afrinner genom en obetydlig bäck mot s. o., som förenar sig med Förhultsbäcken, hvilken fortsätter genom kärr och mossmarker, och upptager därefter — ca. $\frac{1}{2}$ km ö. om Aneboda kvarn — Fiolenbäcken och utfaller slutligen i Stråken. — Tillopp från Norra Skärsjön. Vid talrika lodningar har på S. Skärsjön icke erhållits större djup än ca. 3 m. Malm saknas.

Fytoplankton uppvisar $\frac{3}{8}$ 1915 en ganska stor och relativt planktonren formation. Till sin fysionomi afviker den emellertid högst väsentligt från Norra Skärsjöns: den fond, hvaremot de äfven här vanliga *Gomphosphæria*-kolonierna — äfvensom den mindre talrika *Botryococcus* — afteckna sig, representeras här icke af stjärnformiga kiselalger, utan i första hand af *Dinobryon cylindricum*, som f. ö. alldeles dominerar. — För totalbildens fysionomi sakna *desmidiéerna* all betydelse; jfr N. Skärsjön.

Bottnens beskaffenhet. Den pelagiska regionens dygyttja erbjöd här en relativt storklumpig sikrest, som mot stränderna dock blef allt mer trådig. Med hänsyn till sin allmänna struktur är dygyttjan pelagiskt ganska fin; hvarken växtlämningar eller exkrementklumpar göra sig i någon större utsträckning gällande för u.-f.-profvets fysionomi. Slamningsresten uppbygges väsentligen af smärre exkrementella bildningar och fin sand; väfnadsfragment utan nämnvärd betydelse. Jfr textfig. 21.

Ett från ca. 3 m:s djup upptaget prof erbjuder med hänsyn till den finare strukturen en anmärkningsvärdt hög halt af planktogena sediment: *asterioneller* och *ta-*

bellarier i isolerade strålar, *cycloteller* och *chrysomonad*-sporer samt *melosirer*. Därtill kommer det sedvanliga tillskottet från litoralregionen: spongienålar och litorala kiselalger. Redan detta ytlager kan i viss mån karakteriseras som en kiselgyttja — något som i än större grad gäller djuplagrets sediment. Med hänsyn till sin allmänna fysionomi öfverensstämmer detsamma väsentligen med ytlagret; särskildt torde emellertid observeras den äfven här allmänna förekomsten af isolerade *Tabellaria*-strålar.

Hvad beträffar plankton och botten i deras inbördes förhållande, så afviker äfven S. Skärsjön högst afsevärdt från den här normala typen; och i en riktning, som väsentligen öfverensstämmer med N. Skärsjöns. Äfven här observeras särskildt stjärndiatoméernas strålar; och i en mängd, som faktiskt synes antyda, att vi här verkligen stå inför en af dessa bildningar karakteriserad föga dyrtad gyttja *in statu nascenti*.

3. Fytoplanktontyper i Anebodatraktens sjöar.

Ökologisk-biologisk diskussion.

Plaktonalgernas produktionshöjd kan inom vissa gränser mycket väl bedömas redan af vattnets färg. I näringsrika sjöar ernår sålunda den planktoniska algformationen särskildt sommartid en så afsevärd utveckling, att vegetationsfärgning därpå förorsakas. Under sådana omständigheter föreligger enligt mina erfarenheter från sjöar tillhörande den baltiska typen en algproduktion af minst hundra-, oftast tusental pr kbcm. Den långvariga vegetationsfärgningen är alltså utan vidare ett tecken på vattnets näringsrikedom. Den är också en mycket framträdande karaktär för den baltiska sjötypen i WESENBERG-LUND's mening, för hvilkens vidkommande alltså just »*planktonets indflydelse paa milieuet*» är synnerligen påfallande.

Inom Aneboda-traktens sjöar ernår emellertid fytoplanktonproduktionen icke ens sommartid den produktionshöjd, att vattnets egenfärg på något sätt därigenom under längre tider förändras. En vattenblomning i detta ords egentligaste mening torde visserligen uppträda vid ett par tillfällen, nämligen dels vid midsommartid eller förr af *Anabæna*, och dels *Microcystis* längre fram på eftersommaren. Vattenblomningen är emellertid föga påfallande och af ringa betydelse — i allmänhet dominerar det öde humusvattnets mörka färgton. Produktionshöjden för plankton är också obetydlig och ligger enligt mina erfarenheter i allmänhet högst vid tio-tal alger pr kbcm. Öfverensstämmelsen med förhållandena i Klotens tjärnar är så tillvida mycket påfallande och bägge områdena stå tydligen därför i skarpaste kontrast till den näringsrika baltiska sjötyp, som WESENBERG-LUND skildrat — kännetecknad af en hög planktonproduktion, indicerad genom långvariga vegetationsfärgningar under större delen af året. Det är alltså intet tvifvel underkastadt, att Aneboda-området rent produktionsbiologiskt sedt sorterar under den näringsfattiga sjötyp, hvilken karakteriserar den nord-europeiska regionen.

WESENBERG-LUND har emellertid otvifvelaktigt uppdragit gränserna för de af honom uppställda regionerna väl schematiskt. Sålunda vore ju i öfverensstämmelse med den af honom vidtagna begränsningen (jfr denna afh. sid. 69) flertalet af våra småländska

sjöar att hänföra icke till den nordeuropeiska utan fastmer till den — baltiska regionen. Redan en ytlig kännedom om landskapets allmänna fysionomi resp. geologiska förutsättningar borde dock kunna ge en ganska påtaglig uppfattning angående dessa urbergstrakters fullständiga motsats till det baltiska gebitets gamla kulturbygder med dess odlade slättmarker — en skillnad, som naturligtvis också måste förutsättas trycka sin prägel på sjöarnas lif. Att emellertid området ifråga verkligen planktologiskt sedt tillhör den nordeuropeiska och icke den baltiska sjötypen, torde numera kunna anses till fullo bevisadt — såväl med hänsyn till den allmänna produktionshöjden som ur de i första hand karakteriserande associationstypernas fysionomi. Den första af dessa synpunkter ha vi här redan inledningsvis närmare skärskådat. Hvad de olika associationstyperna (jfr sammanställningen sid. 74—75) beträffar, så finna vi här icke en enda af dem, hvilka tillsammans bilda den baltiska sjötypen. Däremot äro samtliga för den nordeuropeiska regionen utmärkande här företrädade: *chlorophycé*-, *chrysomonad*-, *desmidié*-, den nordliga *peridiné*- och *Tabellaria*—*Cyclotella*-typen.

Aneboda-området måste alltså utan tvifvel hänföras till den nordeuropeiska regionen i planktologisk mening. Vi ha emellertid redan förut (jfr sid. 68—75) framhållit, att denna indelning icke kan anses vara af någon djupare växtgeografisk innebörd utan att fastmera den baltiska resp. nordeuropeiska sjötypen äro att anse som rent ekologiska formationsmodifikationer. Att därför den sistnämnda helt enkelt måste vara karakteristisk för våra kalkfattiga urbergsområden, är därför från dessa synpunkter numera alldeles själfklart. Ett mera slående bevis för det riktiga i denna uppfattning torde emellertid icke kunna framställas än just den omständigheten, att man faktiskt inom Smålands urbergstrakter sida vid sida finner sjöar af baltisk resp. nordeuropeisk fysionomi — de sistnämnda där ännu naturen är ostörd, de förstnämnda där kulturella inflytelser, d. v. s. här afloppsvatten från stadskloaker, kunnat göra sig gällande. Dessa förorsaka ju nämligen just den anrikning af vattnet med mineral-salter och agil organisk substans, hvaraf vi i första hand — förutsatt att de termiska förhållandena icke innebära ett underskridande af *myxophycé*-vegetationens temperatur-minimum — måste anse planktons högproduktion vara beroende och hvilken under naturliga omständigheter icke kan realiseras i urbergstrakternas kalk- och öfverhufvudtaget näringsfattiga miljö, väl däremot i sjöar, omgifna af det fruktbara slättlandets odlade marker. Som ett mycket belysande exempel kan härtill anföras Växjö-traktens förorenade sjösystem med dess gradvisa öfvergång från näringsrika till typiskt näringsfattiga vatten. Häröfver föreligger en utförlig litteratur (LUNDBERG 1914, SONDÉN 1915), äfvenledes och kanske särskildt i fysikaliskt-kemisk riktning, hvilket är af så mycket större intresse, som vi själfva dessvärre saknat möjligheter att närmare bearbeta dylika uppgifter.

De af oss undersökta sjöarna från Aneboda-området utmärka sig samtliga genom sin obetydliga planktonutveckling och befinna sig alltså under fullt normala förhållanden, afspeglande sig just i den nordeuropeiska sjötypens obetydliga produktionsbild resp. dess äfven kvalitativt mycket karakteristiska associationstyper. I motsats till Klotens tjärnar är emellertid formationen här vida mer rikligt nyanserad. Vi kunna därför icke heller här gruppera de undersökta sjöarna under så speciella typer som hvad förhållandet

var för Klotentjärnarnas vidkommande. Fastmera uppträder här städse en kombinerad, till sina element typiskt nordeuropeisk formation af chlorophycé-, chrysomonad-, nordlig peridiné- och *Tabellaria*—*Cyclotella*-typen. Desmidié-typen synes emellertid mera begränsad, och i själfva verket torde det framför allt just vara det växlande inslaget af dessa former, som ger den eljes ganska likartade produktionsbilden dess från sjö till sjö dock städse växlande fysionomi.

Förekomsten af verkligt eupelagiska desmidié-associationer har hitintills från vårt eget land varit alldeles obekant. Upptäckta blefvo dessa associationstyper först i Skottland af W. och G. S. WEST (1904, 1905). Planktonproduktionen är i dessa sjöar under naturliga förhållanden mycket obetydlig och karakteriseras genom den nordeuropeiska regionens vegetationstyper. Bland dessa spela emellertid *desmidiéerna* en så alldeles särskildt framträdande roll, att man till mycket väsentlig del kan karakterisera Skottlands fytoplankton just som ett desmidié-plankton. Mindre utpräglade men dock synnerligen karakteristiska formationer af denna art ha sedermera blifvit beskrifna från Norge af HUITFELDT-KAAS (1906).

WESENBERG-LUND uppförde (1908) vid framställningen af sin regionindelning *desmidiéerna* som ett karakteristikon för den nordeuropeiska regionen — inom den baltiska befunnos de däremot sakna hvarje närmare betydelse. Sätillvida är hans resonemang i dessa frågor otvifvelaktigt fullständigt riktigt. Hvad emellertid den pelagiska desmidié-produktionens närmare förutsättningar beträffar, så har WESENBERG-LUND redan förut (1905) framställt några mindre plausibla hypoteser, hvilka, trots däremot resta invändningar, ännu kvarstå i hans arbete af 1908. Sålunda är han först och främst af den uppfattningen, att dessa desmidiéer äro rent tykopelagiska, utsvämmade i vattnet från omgifningarnas mossmarker. Häremot ha dock W. och G. S. WEST redan 1905 framhållit, att de verkliga planktondesmidiéerna tillhöra helt andra arter än de i omgifningarna förekommande: formationen är typiskt eupelagisk. Härtill framhåller WESENBERG-LUND i sitt arbete af 1908, att han naturligtvis tänkt sig en sådan årtusenden pågående anpassningsprocess af dessa utsvämmade former. Detta resonemang kan tvifvelsutan icke fränkännas en viss grad af berättigande; men i så fall vittnar det dock om en fullständig oklarhet i elementära begrepp att beteckna dem som »tykolimnetiska» — fastmera vore ju då anpassningen från en endast errat förekomst till ett rent pelagiskt lefnadssätt att betrakta som slutförd. Vi lämna emellertid dessa något oklara spekulationer alldeles åsido och nöja oss med det konstaterandet, att faktiskt Anebodasjöarnas desmidié-former representera verkligt eupelagiska typer af sådana arter, hvilka af W. och G. S. WEST först blifvit fastställda såsom karakteristiska för Skottlands plankton. I jämförelse därmed är inblandningen af litorala former (d. v. s. just erraterna) utan spår till betydelse för formationens fysionomi äfven i dessa små vatten — ett förhållande, som ytterligare understryker bristen på faktiska underlag för den utvecklingshistoriska hypotes, som framställdes af WESENBERG-LUND.

Hvad desmidié-produktionens ekologiska förutsättningar beträffar, så ha W. och G. S. WEST (1905, 1909) framhållit, att densamma väsentligen är begränsad till kalkfattiga områden: de äro utpräglade urbergsformer, som försvinna vid vattnets förorening. WESENBERG-LUND (1905) föreställer sig, att de dessutom fordra ett

utprägladt humusvatten, »rich in humic acid». Häremot ha emellertid W. och G. S. WEST (1909) med skärpa framhållit, att detta är en rent sekundär fråga: den utslagsgifvande faktorn är det kalkfattiga urbergsvattnet, och framförallt i de klara, »färglösa» sjöarna synas desmidiéerna ernå en ovanligt yppig utveckling, hvadan också »WESSENBERG-LUND is incorrect when he states, that desmids chiefly thrive in brown water, rich in humic acid». Med dessa W. och G. S. WEST's uppgifter öfverensstämja väl våra egna erfarenheter från Aneboda-området: desmidiéerna äro ofta vanliga i detta kalkfattiga urbergsvatten, i få fall alldeles dominerande formationsbilden — såväl i prof från en utpräglad dysjö (Frejen), som också i prof från Fiolens klara urbergsvatten.

Pelagiska desmidiéformationer ha hitintills icke varit kända från Sverige. Med våra undersökningar ha vi nu fastställt deras allmänt utbredda förekomst inom Aneboda-området. Det måste emellertid som en ren konsekvens ur rådande ekologiska och geologiska förhållanden förutsättas, att de inom våra urbergstrakter öfverhufvudtaget måste anses representera ett synnerligen påfallande inslag i den där nordeuropeiska formationens totalfysionomi. Ett direkt stöd för denna uppfattning erbjudes också af TEILING's senare (1916) publicerade undersökningar från Dalarne och andra trakter.

Angående desmidiéernas temporala uppträdande äro vi — i motsats till hvad beträffar flertalet andra planktonalger — föga underrättade. Spörsmålet är visserligen af mindre intresse för de uppgifter, hvarmed vi i denna afhandling i första hand ha att sysselsätta oss. Då emellertid vid dessa arbeten två så pass utpräglade desmidié-sjöar som Fiolen och Frejen inom lätt tillgängliga trakter blifvit påträffade, har jag också sommaren 1916 låtit inleda en sammanhängande proftagningsserie angående desamma för att därigenom, som jag hoppas, senare kunna lämna några närmare bidrag till kännedomen om frågan om desmidiéernas temporala variation. För de uppgifter, som vi ställt oss vid utarbetandet af denna afhandling, synes oss emellertid redan den orienterande kännedomen om de eupelagiska desmidiéernas allmänna förekomst inom våra urbergstrakter vara af betydelse; att närmare utreda vissa mera detaljerade, i samband härmed stående frågor torde förbehållas kommande undersökningar.

4. Anebodasjöarnas plankton typer i deras egenskap af moderformation till den pelagiska regionens slambildningar.

Aneboda-traktens sjöar erbjuda, som i det föregående i olika sammanhang flerstades påvisats, i motsats till Kloten-områdets tjärnar, en med hänsyn till fytoplankton mera rikligt nyanserad fysionomi. Med hänsyn till dess ringa produktionshöjd äfvensom omgifningarnas beskaffenhet måste emellertid sedimentbildningarnas genesis vara principiellt öfverensstämmande i bägge fallen: väsentligen en brunaktig detritus — ehuru inom Aneboda-områdets sjöar ej af *Sphagnum*-lämningar karakteriserad — af utflockade, under rådande förhållanden ej vidare sönderdelningsbara humuskolloider resp. likartade bildningar samt med ett ganska ringa inslag af limnoautoktona sediment öfverhufvudtaget. Frånvaron af så genomfördt specialiserade planktonproduktioner som de vid Kloten konstaterade föranleder emel-

lertid ett mindre utprägladt samband mellan bestämda plankton typer och slam-strukturer. Fastmer är sedimentbilden här öfver hela linjen ganska monoton och erbjuder liksom planktonproduktionen icke några renspecialiserade typer utan snarare en ganska kombinerad prägel. Det är därvid städse en viss halt af pelagiska *diatoméer*, speciellt *cycloteller*, äfvensom — periodiskt — *tabellarier*, vidare *chrysomonad-lämningar* i form af sporer och *Mallomonas*-rester, men f. ö. äro de planktogene sedimenten af mindre betydelse. Litorigena bildningar i form af kiselalger och *spongie*-nålar bilda däremot ett ofta karakteristiskt inslag i den allmänna strukturbilden, hvar emot sådana alloktona bildningar, som exempelvis pollenkorn af tall och gran här — i motsats till förhållandena inom Klotens tjärnar och väl till en väsentlig del beroende af de olika sjöarnas väsentligt olikartade storleksförhållanden; jfr sid. 68 — äro af mycket mindre betydelse. Mot den här af *Cyclotella*-, *Tabellaria*-, *chrysomonad*- samt *chlorophycé*- och *desmidié*-associationerna kombinerade och sålunda ganska rikt nyanserade plankton typen svarar alltså här väsentligen en af de anförda formernas kiselskelett — om sådana öfverhufvudtaget förefinnas — karakteriserad och sålunda visserligen ensartad men långt ifrån specialiserad, i väsentliga hänseenden oftast dyrtad aflagring.

Till detta allmänna uttalande finner jag mig emellertid böra anknyta några speciella utredningar. Sålunda är det otvifvelaktigt, att de undersökta sjöarnas botten-sediment erbjuda en långt mera ensartad prägel än planktonproduktionen. Bland annat torde just *desmidié*-frekvensen vara ganska varierande och sålunda förläna planktonproduktionen ett i speciella fall ofta mycket afgjort särmarke. Detta är emellertid ett förhållande, som dessvärre icke alls kan ens i dess hufvuddrag rekonstrueras ur botten-aflagringarnas närmare fysionomi, då nämligen just dessa pelagiska organismer — jämligt mina undersökningar i specialfallen Fiolen, Frejen och Lamen i stort sedt icke låta sig påvisas i bottenaflagringar af för dessa vatten karakteristisk allmäntyp — väl till följd af rådande upplösningsförhållanden, då den här tunna membranen väsentligen består af cellulosa. Det existerar alltså icke en af pelagiskt härledbara *desmidié*-lämningar kännetecknad dygtyttja som det historiska uttrycket för *desmidié*ernas plankton- resp. sjötyp. Talrika *desmidiéer* äro visserligen kända från fossila aflagringar (jfr särskildt LAGERHEIM 1902). Flertalet af dessa synas emellertid tillhöra de mera groft byggda litoralformerna. Därtill finnas emellertid också verkligt pelagiska typer, om ock i mindre utsträckning, anförda. Dessvärre är det ur den föreliggande litteraturen angående fossila alger med dess rent kvalitativa läggning och konsekventa afsaknad af hvarje belysande (fotografiskt) illustrationsmaterial alldeles omöjligt att bilda sig någon säker uppfattning om, huruvida det här på tal om pelagiska *desmidiéer* verkligen är fråga om karakteristiska formationsbildare eller endast tillfälligtvis förekommande sediment. En närmare undersökning af dessa företeelser vore emellertid af stort intresse äfven för den nutida limnologien, så mycket mera som densamma ännu icke känner en *desmidié*-karakteriserad pelagisk aflagring *in statu nascenti*. Möjligen är en dylik begränsad till en sådan facies af relativt högproduktivt varmvatten (med vissa *Staurostra* — och därtill en del *Pediastra* — som karaktärformer), hvilken är

otänkbar inom af oss undersökta områden såväl inom ramen af nutida som forntida sjöars lif.

I jämförelse med Klotens tjärnar afvika Aneboda-områdets sjöar med hänsyn till den pelagiska regionens aflagringar — förutom genom frånvaron af en mera utpräglad *chrysomonad*-dygyttja, indicerande en ensidigt specialiserad *chrysomonad*-typ inom plankton i stil med vissa af Klotens vatten — positivt väsentligen genom två nya strukturelement: resterna af *stjärndiatoméer* resp. en viss halt af nannoplanktoniska *cycloteller*. Företeelsens genetiska förklaring gifves genom de inom Anebodaområdet ofta afsevärda *Asterionella*- resp. *Tabellaria*-produktionerna samt genom en utbredd, om också i och för sig ganska obetydlig förekomst af *cycloteller*. Med denna sistnämnda realitet beträda vi också spørsmålet om nannoplankton som gyttjans moderformation — en företeelse, som ju, hvad Klotens tjärnar beträffar, visat sig sakna närmare betydelse. Inom Anebodaområdet äro emellertid förhållandena väsentligt motsatta — något som redan framgår af bottensedimentens art, men hvilket också rent direkt kunnat påvisas genom företagna undersökningar öfver de nannoplanktoniska förhållandena inom dessa vatten.

Bland nannoplanktoniska sedimentbildare är det alltså här uteslutande *cycloteller*, som komma i betraktande. Redan en serie äldre studier af i första hand näringsbiologisk läggning (jfr E. NAUMANN, l. c. 1912) ha påvisat dessa formers förekomst inom Anebodaområdet; och genom nyare undersökningar enligt min biologiska metod för nannoplanktonstudier (1916: b) har jag kunnat ytterligare bekräfta dessa förhållanden.¹ Klart är emellertid, att just bottenstudierna i detta sammanhang måste vara mera betydande och sålunda för dylika uppgifter kunna betraktas som ett synnerligen fördelaktigt komplement äfven för rent planktologiska undersökningsuppgifter: ett enstaka planktonprof kan naturligen icke uppvisa lika mycket som den längre tider igenom utbildade sedimentstrukturen.

Med användning af zooplanktonmaterial, som insamlats parallellt med i det föregående närmare diskuterade fytoplanktonprof, visade sig *cycloteller* icke förekomma i profven från Barken, Fiolen, Frejen, Kalfven, Lygnen och Lamén. Enstaka uppträdde de i Skärsjöarna; allmänt resp. massvis i Bodarydsjön, Förhultsjön, Grissjön, Hisshultsjön och Kopparn. I Stråken äro de, som jag förut (l. c. 1912) påvisat, tidvis mycket allmänna. Dessa nannoplanktoniska *cycloteller* representera alltså den före våra äldre undersökningar alldeles förbisedda moderformationen till den *Cyclotella*-karakteriserade dygyttja, som särskildt inom Aneboda-området allmänt uppträder.

Rent kvantitativt sedt synas emellertid *cyclotellerna* dock vara af en relativt mindre betydelse — en förmodan, som också närmare bekräftas genom det fattiga om också synnerligen karakteristiska inslag, som de sedimenterade skalen erbjuda i bottenaflagringarnas fysionomi. Under alla omständigheter måste de emellertid framhållas som ett ganska

¹ Från sjön Stråken förfogar jag dock öfver en del centrifugprof från somrarna 1911 och 1912. Här liksom vid Kloten dominerar emellertid den fina rödbruna detritus afgjordt öfver organismerna, bland hvilka *cycloteller* dock ofta spela en framträdande roll. — I den allmänna bottenfällningen från det fria vattnet intager tvifvelsutan denna i alla slags prof påvisbara fina rödbruna detritus (utflockade humuskolloider o. s. v.) en framskjutande plats, en omständighet, som ju också återspeglar sig i bottenaflagringarnas fysionomi med dess afgjorda dominans för den oftast rödbruna detritus öfver rent planktogen sediment.

påfallande planktologiskt karakteristikon för Anebodatraktens sjöar, hvars *diatomé*-produktion väsentligen synes vara inriktad på *Asterionella*, *Cyclotella* och *Tabellaria fenestrata* — en produktionsbild, som emellertid i bottenaflagringarnas art återspeglar sig i en merendels väsentligt olika fysionomi än den, som erbjudes af planktonproffen resp. enligt min biologiska metod genomförda nannoplaktonstudier. Grunden härtill torde ligga i de olikartade upplösningsbetingelserna. Som vi redan förut utredt, talar ju nämligen allt för en ganska obetydlig resistens med hänsyn till stjärndiatoméers strålar; jfr sid. 95 och 99. I jämförelse härmed äro *cyclotellernas* skal afgjort mera motståndskraftiga — ett förhållande, som äfven bör betraktas i samband med den i principiella hänseenden morfologiska öfverensstämmelsen resp. systematiska släktskapen med *Melosira*. Med stöd af erfarenheter, som gjorts vid den här föreliggande undersökningsserien och under hänsynstagande till äldre erfarenheter, torde man alltså nu för första gången kunna göra sig en närmare föreställning om de olika kiselsedimentens upplösningsföreteelser i deras samband med djupet: ett för spørgsmålet om pelagiskt bildade kiselsediment tydligen grundläggande förhållande. Att sedan äfven andra faktorer — och af kemisk art — härvidlag äro af betydelse, är visserligen själfklart, men till sin närmare innebörd okänt, om också härtill vissa snarast ökologiska synpunkter redan nu låta sig framställas.

Bacillariales.

Asterionella. Jfr under *Tabellaria*.

Cyclotella. Kan uppträda som sedimentbildare på ända till 200 m:s djup. Exempel: Vierwaldstättersee enligt A. HEIM, l. c. 1900. Resistensen synes vara lika afsevärd i kalkrikare som mera kalkfattiga vatten.

Diatoma elongatum. Jfr under *Tabellaria*.

Fragilaria crotonensis. Uppnår exempelvis i de djupa Schweizersjöarna ofta höga maxima, men saknas dock alldeles i slammet, åtminstone fr. o. m. 75 m nedåt. Jfr SCHRÖTER och KIRCHNER 1896. Närmare erfarenheter från smärre sjöar saknas. Dock torde det t. v. vara fullt berättigadt att med hänsyn till morfologiska förhållanden i dessa hänseenden betrakta denna form under samma synpunkter som *Asterionella*.

Melosira. Bildar enl. WESENBERG-LUND 1901 karakteristiska bottenaflagringar till åtminstone 40 m. Sannolikt (jfr ofvan) öfverensstämmer väl djupmaximum med *Cyclotellans*. Resistensen synes vara lika afsevärd i kalkrikare som mera kalkfattiga vatten.

Rhizosolenia. Kan i mycket grunda vatten — 5 m och därunder — (jfr sid. 89, 97) bilda ett sediment af periodisk typ. Alltså i stort sedt otänkbar i fossilt tillstånd.

Synedra. Har ännu icke blifvit känd som sedimentbildare. Öfverensstämmer sannolikt med *Asterionella*.

Tabellaria fenestrata. Bottenfälles åtminstone i grundare vatten, under 10 m. Jfr Anebodaområdets sjöar. Föga resistent och åtminstone i dygtyttjor merendels endast representerande ett sediment af öfvergående art; jfr sid. 95, 97 och 99. — Härmed öfverensstämmer i princip den dock ännu mindre resistent *Asterionella*, hvarmed jag finner det möjligt att analogisera *Diatoma*, *Fragilaria crotonensis* och *Synedra*. — Samt-

liga dessa formers fossilbildande betydelse måste därför vara ganska obetydlig. Som de viktigaste moderformationerna till pelagiska *diatomé*-aflagringar inom sötvattnet äro därför endast att anföra de i hög grad resistenta släktena *Melosira* och *Cyclotella*.

Chrysomonadineæ.

Sporer öfverhufvudtaget. Sannolikt i hög grad resistenta; man jämföre i den speciella framställningen sambandet yt- och djupprof från dessa synpunkter. Representera därför otvifvelaktigt äfven i djupare vatten ett ytterst viktigt men icke desto mindre hitintills inom limnologien alldeles förbisedt tillskott till de pelagiska kiselaflagringarna. Som fossil förut kända genom LAGERHEIM's undersökningar, l. c. 1902. Torde uppträda såväl inom kalkrikare som mera kalkfattiga aflagringar.

Mallomonas' skelettrestes. Sedimenteras åtminstone på djup intill 12 m (jfr Paska-Lampa, sid. 64) men representera dock (jfr sid. 62—63) ett sediment af öfvergående natur, om också ytterst karakteristiskt för vissa sjötyper. — Som fossil äro dessa bildningar tydligen otänkbara.

Sambandet mellan vattnets djup och sedimentbildens mikrostruktur representerar särskildt för kiselbindande former en realitet af största betydelse. Hvad andra planktoga sediment beträffar, är emellertid denna fråga af mindre intresse och är f. ö. redan i sina hufvuddrag väl bekant. Sålunda är det redan genom FOREL's undersökningar (l. c. 1892) känt, att de kitinbildningar, som öfverhufvudtaget kunna uppträda som karaktärformer i pelagiskt bildade aflagringar — alltså, jfr. sid. 63—64, endast vissa *cladoceres*, väsentligen *Bosmina*-arter — äro i högsta grad resistenta och ännu bottenfällas på ett par hundra meters djup. Här kan man alltså öfverhufvudtaget icke tala om djupet som en begränsande faktor för sedimentbildningarnas mikrofysionomi. Hvad *myxofycéerna* beträffar, så saknar detta spörsmål här hvarje närmare intresse — helt enkelt därför, att förutsättningen för deras slambildande betydelse just är en sådan högproduktion, som endast kan tänkas möjlig i smärre och relativt grunda — merendels under 10 m — vatten. Den som slambildare mest betydelsefulla grönalgen — *Botryococcus* — regleras i detta hänseende af mycket speciella faktorer, hvilka vi redan förut (sid. 66—68) utförligen diskuterat.

Återvända vi efter denna sammanfattande diskussion till förhållandena inom Aneboda-traktens sjöar, så ha vi här uteslutande att göra med sådana grunda vatten, att djupfaktorerna här — liksom hvad Kloten-området beträffar — i stort sedt äro utan betydelse för slamaflagringarnas mikrostruktur. För den här typiska slamaflagringens — dygyttjans — uppkomst spela därtill de limnoautoktona sedimenten öfverhufvudtaget en ganska obetydlig roll, ehuru väl bildande karakteristiska inslag i det i första hand af utflockade humuskolloider resp. andra bruna humusämnen bildade slammet af pelagisk typ. I vissa extrema fall — representerade af småsjöar med ett nästan svartbrunt vatten och en i förhållande till totalarealen anmärkningsvärdt vidsträckt litoralregion — förloorar emellertid aflagringen allt mer och mer för pelagiska gyttje- och dybildningar

utmärkande karaktärer och öfvergår då i stranddyns bildningsform, därmed ernående det för dessa smärre sjötyper normala ålderdomsstadiet — straxt innan den torfbildande epoken på allvar inträder och limnologiskt sedt markerar utvecklingens slut.

Några allmänna och sammanfattande synpunkter.

Vi ha i den föregående speciella framställningen för första gången kunnat närmare belysa sambandet mellan omgifningarnas beskaffenhet och de därpå beroende sedimentbildande faktorerna å ena sidan och bottenaflagringarnas art å den andra, sådant detta inom vårt land gestaltar sig för en del smärre urbergssjöar, väsentligen tillhörande humusvattnets typ. En särskild uppmärksamhet har därvid ägnats de spörsmål, hvilka angå de inom limnologien hittills öfverhufvudtaget städse försummade bottenaflagringarna. Vi ha i detta sammanhang, såväl som ock hvad plankton beträffar, först och främst inledningsvis lämnat en principiell orientering, till hvilken sedan den följande speciella framställningen fått tjäna som belysande exempel.

Frågan är emellertid nu, i hvad mån det ganska begränsade material, som stått till vårt förfogande, kan anses tillåta slutsatser af en mera vidtgående art eller om våra resultat endast kunna tillerkännas en mera lokal betydelse. Dess bättre torde detta spörsmål utan tvekan kunna afgöras i förstnämnda riktning. Undersökningen har ju nämligen i första hand inriktats på rent principiella frågor, framförallt angående sambandet mellan de olika sedimentbildande faktorernas beskaffenhet och bottenaflagringarnas art, sådant detta måste gestalta sig under olika yttre förutsättningar. En dylik principiell utredning har hitintills saknats. Väl har POTONIÉ (1908) åvägabragt en mycket klar jämförelse mellan gyttje- och dybildningens processer, sådana desamma gestalta sig väsentligen i kemisk riktning, framförallt med hänsyn till urmaterialets olika härkomst. Speciella och på lämpligt sätt kombinerade plankton- och bottenstudier ha emellertid hitintills från dybildande sjöar öfverhufvudtaget alldeles saknats, och det har också därför från nutidslimnologiska synpunkter icke varit möjligt att bilda sig någon närmare uppfattning angående innebörden af dessa spörsmål, lika så litet som att i önskvärd utsträckning jämföra desamma med motsvarande och (jfr sid. 32) mera välbekanta förhållanden inom mera näringsrika, d. v. s. typiskt gyttjebildande sjöar.

Sedan emellertid frågan om de smärre dy- resp. dygyttjebildande sjöarnas allmänna biologi numera ernått en principiell klarläggning, synes det mig också med stöd af redan förut kända geologiska resp. planktologiska sakförhållanden mycket lätt — åtminstone för den nordeuropeiska och baltiska regionens vidkommande — att uppdraga de närmare konturerna till spörsmålet om sambandet mellan omgifningarnas beskaffenhet, vattnets planktologi och bottenaflagringarnas struktur öfverhufvudtaget. Först genom en dylik kombination med andra fakta synes mig också de här föreliggande undersökningarna ernå ett större intresse utöfver det lokala resp. rent tekniska, hvilken senare utredning dock äfvenledes i och för sig näppeligen torde böra underskattas såsom varande en här mycket väsentlig — men dock hitintills genomgående försummad — förutsättning för det hela.

De föreliggande undersökningarna ha till en öfvervägande del arbetat med sjöar, tillhörande det grunda humusvattnets typ. Bottenaflagringarnas genesis i desamma har blifvit i princip utredd, och det har därvid visat sig, att dessa sjöar till följd af omgifningarnas beskaffenhet producera ett mycket fattigt plankton, hvars sedimentbildande betydelse därför också alldeles öfverträffas af ur vattnet utflockade humuskolloider resp. andra humusämnen i en mera finfördelad form, hvilka — sannolikt till följd af den obetydliga kalkhalten i vattnet — osönderdelade lagra sig öfver botten. Detta är alltså den principiella företeelsen — de finare modifikationerna i strukturbilden måste bero af planktonassociationernas växlande fysionomi. Huru desamma på olika sätt (beroende af kemiska faktorer resp. vattnets djup o. s. v.) förhålla sig som sedimentbildare, är i det föregående på olika ställen (jfr sid. 31—35, 75—78, 106—107) utredt. Klart är nu, att en mera mångsidig inblick i de växlande associationstyperna icke kan ernås af ett så pass begränsadt material, som det här förliggande. På detta område förefinnes emellertid redan förut en mycket vidsträckt litteratur, hvilken numera också med stöd af våra egna principiella utredningar torde kunna betraktas under mera allmänna synpunkter än förut. Kombineras nämligen resultatet af dessa talrika planktologiska erfarenheter, för Sverige framförallt LEMMERMANN (1903, 1904), för Norge HUITFELDT-KAAS (1906), för Finland framförallt LEVANDER (1900), för Skottland W. och G. S. WEST (1904, 1905, 1906, 1909, 1912), med den nu vunna kännedomen om bottenaflagringarnas principiella bildningssätt inom humusvatten tillhörande dessa regioner, så visar det sig, att förhållandena, sådana som de framträdt inom våra egna begränsade undersökningsområden, ingalunda representera några undantagsfall, utan att de fastmera måste tillerkännas en mycket vidsträckt tillämplighet och i själfva verket förete en för hela den vidsträckta nordeuropeiska regionen öfverhufvudtaget typisk bild: samma associationstyper och samma förutsättningar i hvad möjligheten till alloktona sediment beträffar. Sålunda torde det också vara fullt berättigadt att i hög grad generalisera våra erfarenheter i principiell riktning och under hänsynstagande till den föreliggande äldre och synnerligen vidsträckta planktologiska litteraturen sammanfatta sambandet mellan sedimentbildande faktorer och bottenaflagringarnas beskaffenhet, sådant detta måste gestalta sig inom hela den vidsträckta nordeuropeiska regionens sjöar af humusvattnets typ öfverhufvudtaget, på följande sätt; jfr sid. 31—34.

Sambandet mellan sedimentbildande faktorer och bottenens beskaffenhet inom den nordeuropeiska regionens smärre humusvatten.

A. Limnoautoktona bildningar.

Här af en i det stora hela relativt underordnad betydelse, merendels endast framträdande såsom karakteristiska inslag i en eljes väsentligen af limnoalloktona sediment — dybildande, osönderdelade humusämnen — uppbyggd aflagring.

1. Planktogen sediment.

Företrädde inom området äro följande associationstyper resp. däraf beroende slamstrukturer.

Planktontyp.

Bottentyp.

A. Zooplankton.

Kitinproducerande zooplankton, hvaraf endast cladocerer kunna komma i fråga; jfr sid. 64.

Det i första hand genom *Bosmina*-rester karakteriserade slammet.

B. Fytoplankton

a) Chlorophycé-typen.

Botryococcus-kolonier som karakteriserande element; jfr sid. 76.

b) Chrysomonad-typen.

Den genom *chrysomonad*-sporer resp. — periodiskt — af *Mallomonas*-lämningar karakteriserade aflagringen; jfr sid. 76.

Specialfall: Dinobryontypen, karakteriserad genom *dinobryernas* dominans öfver andra element.

Karakteriserad genom *Dinobryon*-sporer.

c) Desmidié-typen.

Saknas; jfr sid. 104.

d) Peridiné-typen af nordlig art.

Saknas; jfr sid. 76.

e) Tabellaria—Cyclotella-typen.

Den genom *Cyclotella* resp. — periodiskt — af stjärndiatoméers strålar karakteriserade aflagringen; jfr. sid. 104.

Icke företrädde inom regionen äro — af ökologiska orsaker; jfr sid. 74—75 — följande associationstyper resp. däraf beroende slamstrukturer

a) *Fragilaria crotonensis*-typen.b) *Melosira*—*Stephanodiscus*-typen.c) *Myxophycé*-typen.d) *Pediastrum*-typen.

e) Peridiné-typen af sydlig art.

2. Litorigena bildningar.

Bland hithörande bildningar torde framförallt den i dessa vatten ofta enastående rikliga litoralproduktionen af *kiselalger* böra anföras — här en företeelse af väl så stor betydelse för bottenaflagringarnas allmänna beskaffenhet, som kalkalger inom många den baltiska regionens sjöar. Ofta nog är det just det rikliga tillskottet af dylika sediment, som förorsakar uppkomsten af en mera gyttjeartad bildning, än som eljes till följd af den obetydliga planktonproduktionen hade varit möjlig. Jfr som motsatser Lilla Hyttjärn, sid. 59 och Paska-Lampa, sid. 63.

B. Limnoalloktona bildningar.

Hithörande bildningar äro inom humusvattnet af en grundläggande betydelse: så genom tillskottet af de humuskolloider, hvilka, utflockade, här tillsammans med andra finfördelade humusämnen (den »bruna detritus») representera slamaflagringens hufvudmassa och sålunda ge densamma karaktären af en mer eller mindre utpräglad dygyttja. — En del likartad detritus härrör emellertid, som lätt inses, också från strandens växtlighet resp. mindre resistent planktonformer och är alltså af limnoautokton natur. — Under alla omständigheter dominerar städse af den organiska detritus peritripton af limnoallokton härkomst.

Enligt detta allmänna schema måste alltså — med stöd af redan kända planktologiska resp. geologiska sakförhållanden, tolkade i öfverensstämmelse med våra egna specialundersökningars resultat i principiella hänseenden — sambandet mellan sedimentbildande faktorer resp. bottenaflagringarnas beskaffenhet gestalta sig inom samtliga den nordeuropeiska regionens smärre humusvatten. I allmänhet föreligger alltså här en öfvergångsform mellan dy och gyttja. Smärre sjöar med utprägladt mörkbrunt vatten befinna sig dock merendels i ett utprägladt dybildande stadium, d. v. s. de utflockade humuskolloiderna och likartade bildningar — sedermera genom bottenfaunans verksamhet öfverförda i koprogena bildningar, hvilka på olika etager resistentifierats — öfverväga fullständigt öfver de planktogenas sedimenten. Med tilltagande förlandning resp. direkt utsvämning från kringliggande marker uppträda sålunda äfven i den pelagiska regionens aflagringar talrika väfnadsfragment och bildningen har alltså där snarast en litoral karaktär — trots att densamma afsatts under ett öppet vatten. Jfr ang. olika typer af dybildning t. ex. under sjöarna Frejen, Lygnen och Kalfven. Ännu ett steg: och hela sjön är förvandlad i en formation af snarast litoral karaktär — torfbildningen inträder småningom på allvar och det hela representerar en bildning, som faller utom den limnologiska forskningens räckvidd.

Det är klart, att utvecklingsstadier sådana som dessa, hvilkas nutida bildningsförutsättningar af oss i det föregående blifvit i princip utredda, redan sedan länge äro bekanta från den geologiska forskningen; jfr särskildt G. ANDERSSON (1896, 1898), C. A. WEBER's talrika arbeten, FRÜH och SCHRÖTER 1904, POTONIÉ 1908 samt L. v. POST 1909. Det synes oss emellertid vara en beklaglig omständighet, att denna paleolimnologiska forskningsriktning öfverhufvudtaget arbetat ganska oberoende af den nutida limnologiska forskningens resultat; ty lika väl som numera det genetiska studiet af högre växtformationer tillerkännes en grundläggande betydelse vid utredningen af olika torfarters uppkomst, så hade naturligtvis i princip alldeles samma bort tillämpas också för de limniskt-pelagiska bildningarnas vidkommande. Här har emellertid den genetiska synpunkten ännu icke slagit igenom. En påfallande oklarhet är här också rådande i de grundläggande begreppen, och de olika aflagringarna uppträda inom litteraturen i en lika rikt nyanserad som tvifvelsutän ofta förväxlad och sammanblandad terminologi; jfr särskildt POTONIÉ's utredningar af 1908. Ett afsevärdt framsteg erbjödes visserligen genom vissa forskares mera detaljerade analyser af de undersökta gyttje- och dyarternas

halt af mikrofossil; men det är uppenbart, att dessa oftast rent systematiska artlistor icke ägna sig för en jämförande öfverblick öfver de olika sedimentens växlande mikrostruktur resp. en därpå fotad föreställning om de grundläggande moderformationernas beskaffenhet. Jfr t. ex. LAGERHEIM l. c. 1902. Sålunda känna vi i själfva verket f. n. icke en enda af dessa talrika aflagringars närmare fysionomi och ingen möjlighet gifves att närmare rekonstruera deras moderformationer resp. jämföra desamma med nutidens mer eller mindre likartade, i bildning varande aflagringar. Det synes därför vara högeligen önskvärdt, att en likartad teknik som den af oss i denna afhandlings allmänna och inledande del skisserade äfven blefve tillämpad för de fossila slamaflagringarnas vidkommande. Tvifvelsutan skulle desamma då kunna betraktas från långt mera enhetliga synpunkter än förut. Den nuvarande terminologiska oklarheten skulle därigenom försvinna, och den genetiska synpunktens tillämpande kunde i erforderlig utsträckning möjliggöras äfven på detta område. Detta blefve emellertid en vinst icke endast för paleolimnologien själf utan säkerligen därtill äfven för den forskningsriktning, som har att utreda de i bildning varande aflagringarnas beskaffenhet — såväl med hänsyn till därigenom möjliggjorda jämförelser mellan olika bildningstyper som också därför, att tvifvelsutan många slamaflagringar äro kända inom paleolimnologien, till hvilka paralleller ännu icke funnits inom nutida aflagringar, men som dock där torde kunna förutsättas. Det närmare studiet af de sistnämnda skulle dels i och för sig vara af stort intresse men därtill säkerligen också vara af betydelse äfven för en riktig tolkning af de förhållanden, som varit rådande vid de fossila aflagringarnas uppkomst. — Allt detta är enligt vår mening viktiga men hittills städse förbisedda synpunkter angående sambandet mellan nutids- och paleolimnologiska studier. WESENBERG-LUND (1909) har redan förut hänvisat på en serie hithörande och långt mera komplicerade frågor, hvilkas närmare behandling dock enligt vår uppfattning först och främst måste bli beroende af en riktig värdesättning af de elementära synpunkter, som vi här funnit oss böra framföra. Klart är för öfrigt, att en likartad betraktelse är i väl så stor utsträckning tillämplig för limnologiska resp. geologiska studier öfverhufvudtaget, de må nu vara utförda under särskildt hänsynstagande till olika sjötyper inom hvilken region som helst.

Återvända vi efter denna utblick öfver de nutidslimnologiska studiernas betydelse för paleolimnologien till de förut diskuterade förhållandena inom den nordeuropeiska regionen, så återstår det oss här att korteligen klarlägga äfven ett par andra sjötyper än de smärre — och tvifvelsutan för många områden i första hand karakteristiska — humusvattnen. Dem förutan finna vi ju emellertid äfven klara urbergssjöar, hvilkas vatten sålunda icke alls står under humusämnenas dominerande inflytande. Planktonproduktionen måste dock äfven här af ekologiska orsaker vara ganska obetydlig, hvaraf sålunda i detta fall följer en relativt obetydlig sedimentbildning. Dennas karaktär kan emellertid till följd af de alloktona humusämnenas frånvaro tvifvelsutan ofta nog i väsentliga hänseenden öfverensstämma med en mera typisk gyttja, ehuru naturligtvis en viss halt af icke sönderdelade humusämnen — till följd af kalkbristen — dock äfven här måste framträda. En dylik bildning måste emellertid af ekologiska orsaker ha en helt annan kvalitativ karaktär än de näringsrika sjöarnas planktongyttjor. Dess

karaktär kan redan teoretiskt angifvas med stöd af det sid. 109—111 gifna schemat: den nordeuropeiska regionens planktoga sediment, men *utan* större mängder af de för humussjöarna utmärkande kolloida utflockningarna. I allmänhet torde emellertid äfven här de bruna humusämnen spela en ganska betydande roll för bottensedimentens närmare beskaffenhet, om de också i detta fall icke äro att härleda ur omgifningarnas beskaffenhet utan fastmera genom tillskott från strandens växtlighet resp. i viss mån plankton, hvars organiska substans tydligen på grund af den rådande kalkbristen icke kan på normalt sätt sönderdelas utan fastmera i växlande grad måste kvarstå på den bruna humifikationens stadium. — Jfr Fiolen s. 87.

Den föreliggande undersökningen har uteslutande arbetat med mindre, relativt stagnerande vatten. Som vi redan inledningsvis påpekat, sakna bildningar af minerogen natur all betydelse för de pelagiskt bildade sedimenten i dylika vatten. Helt annorlunda måste emellertid förhållandena på detta område gestalta sig i sjöar, genomflutna af större åar och floder. Planktonproduktionens principiella beskaffenhet i dylika vatten har blifvit utredd af HUITFELDT-KAAS (1906). Bottnens närmare struktur — minerogena bildningar i kombination med typiskt nordeuropeiska planktonsediment; jfr den tabellariska öfversikten sid. 109—111 — är visserligen redan en teoretiskt själfklar konsekvens ur rådande förhållanden men har också redan 1889 i flera fall blifvit närmare utredd af TRYBOM. — I mycket djupa sjöar, slutligen, måste de såsom sådana igenkännbara planktoga sedimenten mer eller mindre träda tillbaka till följd af rådande upplösningsförhållanden; jfr sid. 106—107. Sålunda möjliggöres ju enligt våra undersökningar en sedimentering af *Mallomonas*-rester, *Rhizosolenia* och *stjärndiatoméers* strålar endast i mycket grunda vatten, där de f. ö. efter sedimenteringen snart nog synas gå sin upplösning till mötes. *Cycloteller* och framförallt *Melosira* äro däremot i hög grad resistenta. Så är äfvenledes fallet med — kanske i än högre grad — *chrysomonad*-sporerna och kitinbildningarna, hvilka senares sedimentbildande betydelse äfven i mycket djupa sjöar är välbekant; jfr FOREL 1892, SV. EKMAN 1915. Klart är, att dessa företeelser äga en principiell giltighet för djupa sjötyper öfverhufvudtaget — om också under olika förhållanden mer eller mindre modifierade genom kemiska miljödifferenser o. s. v.; jfr sid. 106—107.

Öfvergå vi till den baltiska regionens normala sjötyp, d. v. s. relativt små och relativt stagnerande sjöar med ett till följd af omgifningarnas beskaffenhet mycket näringsrikt vatten, så möta oss här — som redan inledningsvis framhållits — öfver hela linjen principiellt motsatta förhållanden. Äfven hvad denna region beträffar ha bottenstudierna hitintills genomgående försummats. Med stöd af den principiella utredning, som förebragts i den allmänna delen af denna afhandling, torde det emellertid — under hänsynstagande till från den nordtyska och sedan danska forskningen kända planktologiska företeelser — med största säkerhet kunna fastslås, att sambandet mellan sedimentbildande faktorer och bottenaflagringarnas beskaffenhet äfven här låter sig betraktas från likartade allmänna synpunkter som de, hvilka förut framförts vid motsvarande diskussion för den nordeuropeiska regionens vidkommande; jfr sid. 31—32. Här måste sålunda efterföljande schematiska öfversikt öfverhufvudtaget äga en rent generell tillämplighet.

Sambandet mellan sedimentbildande faktorer och bottenens beskaffenhet inom den baltiska regionens typiska sjöar.

A. Limnoautoktona bildningar.

Här af en grundläggande betydelse, representerande aflagringarnas hufvudmassa. Alloktona bildningar däremot här öfverhufvudtaget utan betydelse.

1. Planktogen sediment.

Företrädde inom regionen äro följande associationstyper resp. däraf beroende slamstrukturer.

Planktontyp.	Bottentyp.
A. <i>Zooplankton</i> .	
Kitinproducerande zooplankton, d. v. s. <i>cladocerer</i> .	Kitingyttjan, väsentligen karakteriserad af <i>Bosmina</i> -lämningar. Jfr sid. 32.
B. Af <i>fytoplanktogen natur</i> .	
a) <i>Fragilaria-crotonensis</i> -typen.	Saknas troligen; jfr sid. 106.
b) <i>Dinobryon</i> -typen.	Af <i>Dinobryon</i> -sporer karakteriserad gyttja. En hittills okänd strukturtyp, hvil- kens närvaro dock måste teoretiskt förut- sättas i sådana sjöar, där <i>Dinobryon</i> under längre perioder spelar en dominerande roll; jfr sid. 70.
c) <i>Melosira</i> — <i>Stephanodiscus</i> -ty- pen.	Diatomé-gyttjan enligt WESENBERG- LUND's definition; jfr sid. 32.
d) <i>Myxophycé</i> -typen, företrädd af talrika samhällen, väsentligen <i>Anabæna</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Oscillatoria</i> .	<i>Myxophycé</i> -gyttjan af i förhållande till moderformationens växlande beskaffenhet växlande art; jfr sid. 32.
e) <i>Pediastrum</i> -typen.	Af <i>Pediastrum</i> -stjärnor karakteriserad gyttja jfr. sid. 32 och 75.
f) <i>Peridiné</i> -typen af sydlig art.	Saknas.

Icke företrädde inom regionen äro — af ekologiska orsaker; jfr sid. 68—75 — följande associationstyper resp. däraf beroende slamstrukturer:

- a) *Chlorophycé*-typen,
- b) *Chrysomonad*-typen i vidsträckt bemärkelse,
- c) *Desmidié*-typen,
- d) *Peridiné*-typen af nordlig art,
- e) *Tabellaria*—*Cyclotella*-typen.

2. Litorigena bildningar.

Af särskild betydelse för hithörande sjötyper af mera kalkrik art äro här att anföra en serie kalkproducerande organismer, hvilkas inflytande äfven inom den pelagiska regionens gyttjebildning ofta är af en rent af grundläggande betydelse. — Därtill naturligtvis äfven här en litorigen detritus, tillsammans med mindre resistent element från planktons region gifvande upphof till den mer eller mindre grå detritusgyttjan. Denna är sannolikt — ehuru alldeles förbisedd af WESENBERG-LUND — den allmännast utbredda typen inom området; antingen i dess relativa renhet eller, hvilket merendels torde vara fallet, i kombination med såsom sådana påvisbara planktogen bildningar. — Öfverhufvudtaget har betydelsen af den litorigena detritus (d. v. s. väsentligen den från grundvattnets växtassociationer härledbara) inom limnologien merendels blifvit förbisedd. Dock torde såväl dess bottenbildande som näringsbiologiska betydelse vara högst afsevärd. Jfr ang. motsvarande marina förhållanden C. G. JOH. PETERSEN l. c. 1911.

B. Limnoalloktona bildningar.

Inom det baltiska områdets typiska sjöar utan större betydelse. Transport af alloktona planktonproduktioner (jfr sid. 32) representerar ett specialfall men saknar icke sin betydelse. I hvarje fall som helst uppstår här merendels — i motsats till det normala förhållandet inom den nordeuropeiska regionen — en verkligt typisk gyttja. Dominerar den organiska detritus, så är den dock här i öfvervägande grad af limnoautokton härkomst; jfr sid. 111.

Det här meddelade schemat afser alltså sambandet mellan planktonproduktionens och bottenafslagringarnas beskaffenhet inom den baltiska regionens normala och näringsrika sjötyp öfverhufvudtaget. Klart är emellertid, att vi äfven inom denna region därtill för de smärre sjöarnas vidkommande måste särskilja äfven andra sjötyper, hvilkas extremer tydligen utgöras af å ena sidan kalkrika sjöar med en obetydlig växtlighet öfverhufvudtaget — en sjötyp, som f. ö. därtill ekologiskt torde vara karakteristisk äfven för områdets stora och djupa sjöar i allmänhet — och å andra sidan sådana sjöar, hvilka af en eller annan orsak inträdt i en mer eller mindre utpräglad förlandning resp. än mera afgjort nalkas det torfbildande stadiet. Naturligtvis representera dessa olika typer äfven historiska faser i sjöarnas utveckling; och liksom det klara och öfverhufvudtaget vegetationsfattiga urbergsvattnet måste anses som det primära inom det kalkfattiga urberget, så är tydligen inom kalkrikare regioner en med hänsyn till vegetationens allmänna produktionshöjd härmed öfverensstämmande sjötyp den ursprungliga. Härifrån går emellertid sedan utvecklingen under rent naturliga förutsättningar i väsentligt olika riktningar. Urbergsvattnets allmänna näringsfattigdom kan ju nämligen aldrig tillstädja en mera riklig planktonproduktion resp. uppkomsten af en verkligt typisk gyttja, och den organiska substans, som under tidernas lopp produceras, måste till följd af den rådande kalkbristen konserveras i form af icke vidare sönderdelbara bruna humusämnen. Sålunda

arbetar här hela utvecklingsförloppet ända fram mot det torfbildande stadiet under samma obetydliga produktionshöjd för planktons vidkommande, och den biokemiska totalkaraktären gifves af en i mer eller mindre typiska dystadier framträdande anhopning af den organiska substansen, som således städse på nytt frändrages kretsloppet. Helt annorlunda gestalta sig i dessa hänseenden de mera kalkrika sjöarna. Utvecklingen börjar visserligen äfven här med en ganska obetydlig vegetation; men under tidernas lopp anrikas tydligt vattnet allt mer och mer med sådana — till följd af den ursprungliga kalkhalten möjliggjorda — sönderdelningsprodukter af organisk substans, hvilka tydligen måste anses utgöra en mycket väsentlig förutsättning särskildt för inom plankton inträdande högproduktion. Sålunda uppstår under tidernas lopp på fullt naturlig väg den näringsrika och högproduktiva sjötyp, hvilken betecknats som den baltiska. Det organiska lifvet arbetar nu i högproduktionens tecken; och så länge kalkhalten räcker till för den organiska substansens sönderdelning, håller sig också den allmänna produktionen vid en hög nivå. Dominerade till en början kalkaflagring på kemisk väg, så befinner sig vattnet nu i de organogena kalksedimentens resp. den verkligt typiska gyttjebildningens stadium. Med tilltagande förlandning o. s. v. inträder emellertid småningom en afgjord disproportion mellan de krafter, som uppbygga och sönderdela den organiska substansen, och dess produktionshöjd börjar sålunda nu att öfverstiga dess bearbetningsmöjligheter.¹ Sålunda är den grundläggande biokemiska karaktären ändrad från sönderdelningens till anhopningens stadium, planktonproduktionen aftar och vattnet nalkas under tidernas lopp torfbildningens stadium. Utvecklingsförloppet arbetar alltså i detta fall på ett helt annat sätt än inom det kalkfria urbergets regioner. Inlednings- och slutfaserna äro visserligen i princip likartade, men däremellan ligger ett utvecklingsstudium af principiellt motsatt art, hvilket inom den nutida limnologien blifvit urskildt som den baltiska resp. nord-europeiska regionens sjötyp med dess från hvarandra så grundväsentligt afvikande lifsföreteelser, såväl hvad planktonproduktion som bottenbeskaffenhet beträffar. §

Med dessa här och i det föregående (s. 68—75) verkställda utredningar anse vi oss alltså ha förebragt en mera mångsidig men framförallt enhetligare karakteristik än den hittillsvarande med hänsyn till de sjötyper, som inom baltiska resp. nordeuropeiska regionen äro allmännast företrädade. Vi ha i detta sammanhang — liksom flerstädes i det

¹ WESEBERG-LUND har (1901 p. 96) uttalat den uppfattningen, att bottenaflagringar vid närvaro af en riklig fauna resp. genom kemiska krafter mineraliseras ända till den grad, att sjökalk och liknande bildningar härvidlag uppstå under det obetydliga, i ständig bildning resp. sönderdelning varande öfre gyttjelagret. Denna uppfattning motsäges ju redan af kända sakförhållanden angående gyttjelagrens mäktighet inom nutida och redan förlandade sjöar samt förtjänar därför — i den form hvari den framställts — näppeligen att anföras annat än som ett kuriosum. Tvifvelsutan äro de i bildning varande aflagringarna underkastade en diagenes genom biologiska resp. kemiska krafter. Denna förlöper dock, som POTONÉ 1908 visat, i helt annan riktning — bituminering — än den kalk- och leramrkning, som WESEBERG-LUND föreställt sig såsom det härvidlag principiella. Öfverhufvudtaget har WESEBERG-LUND bildat sig en alldeles oriktig föreställning om den typiska gyttjans halt af oorganiska beståndsdelar och t. o. m. l. c. p. 136 framställt den orimliga uppfattningen, att en mycket afsevärd kalk- och lerhalt vore att betrakta som en af gyttjans mest grundläggande karaktärer. Det torde vara onödigt att här vidare diskutera denna i litteraturen redan ofta nog vederlagda misstolkning.

föregående — framhållit, att den härvidlag grundläggande åtskillnadskaraktären ingalunda är så enkelt rent geografisk, utan fastmer i första hand måste vara beroende af ekologiskt-nutritionsbiologiska faktorer. Dessa af WESENBERG-LUND urskilda typer kunna alltså från fytoplanktologiska synpunkter ingalunda betraktas som växtgeografiska regioner i egentlig mening; de måste fastmera helt enkelt uppfattas som af rådande miljöfaktorer förorsakade formationsmodifikationer. Den baltiska sjötypen är alltså inom smärre sjöar — vare sig de tillhöra den baltiska eller nordeuropeiska regionen i omnämnd begränsning — från ekologiska synpunkter sedt den näringsrika, den nordeuropeiska däremot den näringsfattiga. Att sedan dessa ekologiskt bestämda sjötyper med hvar sina karakteristiska associationer väsentligen uppträda inom de såsom baltiska resp. nordeuropeiska geografiskt begränsade regionerna, beror tydligen — som i det föregående flerstädes blifvit närmare utredt — just af den olikartade geologiska beskaffenheten inom dessa områden. Inom Sverige måste vi alltså inom det kalkfattiga urbergets moränområden förutsätta närvaron af en nordeuropeisk sjötyp, hvaremot den baltiska, mer eller mindre utpräglad, måste uppträda inom slättlandets områden med dess bättre jordmån, alldeles oafsedt om desamma äro belägna inom eller utom de af WESENBERG-LUND uppdragna gränserna för de af honom uppställda planktologiska regionerna. En reservation är likvisst i detta sammanhang att anföra — men en sådan, som endast ytterligare och därtill rent experimentellt bekräftar det berättigade af det resonemang, som vi i det föregående framställt till en förklaring af de olikartade företeelserna inom den baltiska resp. nordeuropeiska sjötypen. Reservationen angår kulturens inverkan på vattnets lif. Vi ha redan förut (s. 73) hänvisat till dessa förhållanden och därvid också funnit det fastslaget, att faktiskt en förorening af vattnet betingar uppkomsten af en baltisk sjötyp, och sålunda öfverföres på detta sätt den nordeuropeiska sjötypen med samtliga dess en afgjord näringsfattigdom indicerande karaktärer (jfr schemat sid. 109—111, 114—115) i den baltiska sjötypens näringsrikedom — ett experiment i stort, som tydligen lämnar den allra bästa motivering till den af oss framställda tolkningen af dessa sjötyper och deras orsaker. Där dylika kulturfaktorer kunna göra sig gällande, måste vi alltså äfven inom kalkfattiga urbergsområden förutsätta närvaron af en baltisk sjötyp — sålunda en påfallande, af kulturfaktorer beroende konvergens till de företeelser, hvilka under rent naturliga förhållanden af sig själfva med tiden måste inträda i sjöar belägna inom mera näringsrika områden.

Den baltiska resp. nordeuropeiska sjötypen i ekologisk mening afspeglar sig också på ett synnerligen påfallande sätt i vattnets produktion af fisk. Hänsynstaga vi nämligen till de inbördes fullt jämförliga smärre och relativt stagnerande sjöarna,¹ så visar det sig nämligen, att den baltiska sjötypen utmärker sig genom en ofta afsevärd produktionsförmåga, hvaremot den nordeuropeiska representerar ett högst påfallande minimum. Belysande siffror i detta hänseende återfinnas exempelvis hos OSC. NORDQVIST (1914). Vi måste tydligen betrakta denna företeelse som en själfklar konsekvens

¹ Andra och mera sällsynt företrädade sjötyper måste vi i detta sammanhang till följd af den bristande kännedomen om de för desamma grundläggande fiskeribiologiska företeelserna i detta sammanhang lämna åsido.

af de allmänna produktionsbetingelser, som i det föregående närmare utredts. I stort sedt är ju nämligen fiskbeståndets viktigaste näring att söka inom strand- och bottenfaunan, hvilken ju just inom de kalkfattiga urbergsområdena befinner sig i ett afgjort produktionsminimum. De närmare orsakerna härtill torde, efter hvad vi i det föregående utredt, nu ligga ganska klara. Där af framgår emellertid också den betydelsefulla slutsatsen, att en ändring till det bättre i de smärre svenska urbergsvattnenas fiskproduktion i stort sedt icke är möjlig, såvidt icke hela produktionen omläggas och inriktas just på af zooplankton lefvande former — ty det är ett otvifvelaktigt men ännu icke förklaradt och därför högst paradoxalt verkande faktum,¹ att i själfva verket just zooplanktonproduktionen i dessa sjöar — och speciellt inom humusvattnet — ingalunda svarar mot den allmänna fattigdomen, utan fastmer visar en ofta påfallande yppig utveckling.

Äfven om alltså en förbättring af slammets beskaffenhet (och därmed en stegring af bottenfaunans och alltså äfven fiskbeståndets produktionshöjd) näppeligen i stort sedt är tänkbar utom i mycket små sjöar, så torde dock en undersökning af dess närmare art i större utsträckning än hittills varit fallet böra ur boniteringssynpunkter tillrättas vid fiskeribiologiska undersökningar. Härigenom möjliggöres nämligen såväl en ganska mångsidig inblick i de grundläggande sedimentbildande faktorernas beskaffenhet som också en ganska säker uppfattning om förutsättningarna för den som en viktig produktionsbestämmande faktor erkända bottenfaunans utvecklingsförutsättningar. Synpunkter sådana som dessa ha emellertid hitintills — och särskildt inom vårt eget land — genomgående försummats; och det är i själfva verket endast P. SCHIEMENZ ([1903] jfr referat hos K. KNAUTHE [1907]), som förut ägnat dem någon närmare uppmärksamhet. En allmän orientering öfver dessa frågor, såsom desamma kunna formuleras med vår nuvarande kunskap om vattnets lifsföreteelser, saknas dock ännu. Som ett första försök i denna riktning finner jag mig emellertid — med stöd af egna erfarenheter från kalkfattiga urbergsområden jämförda med egna och andras från kalkrikare trakter — kunna meddela följande öfversikt som en första vägledning vid den fiskeribiologiska bedömningen af olika slamprofs beskaffenhet, sådan densamma blifvit fastställd enligt den här inledningsvis föreslagna tekniken med siktprof, direkta prof af olika typ, slamningsprof o. s. v.

Näringsfattiga bildningar.

Här äro först och främst flertalet dygyttjor och dybildningar att anföra. Sålunda i stort sedt karakteristiska för den nordeuropeiska sjötypen. Aflagringarna äro där af en mer eller mindre brunaktig färg, som väsentligen betingas af humusämnen och hvilken alltså — i motsats mot järn — ej försvinner vid behandling med saltsyra. Slammets näringsfattigdom tilltar i samma mån som halten af utflockade humuskolloider äfvensom halten af i brunt humifierade väfnadsfragment. Sålunda äro exempelvis den utpräglade dysjöns bottenaflagringar på det stadium, där lito-

¹ Möjligen ligger förklaringen — enligt våra undersökningar — i zooplanktons anmärkningsvärda förmåga att tillgodogöra sig torfdetritus och sålunda existera oberoende af den fattiga fytoplanktonproduktionen. De skäl, som tala för en dylik uppfattning, kunna emellertid först senare — då vissa bithörande undersökningar blifvit slutförda — närmare framläggas.

ralregionen är på väg att sprida sig öfver sjön i dess helhet, som näring så godt som fullständigt otillgängliga för bottenfaunan.

Bildningar af koprogen natur äro — utom just i en del dysjöar af antydd art — allmänt företrädde och föreligga i en brun och hård form. Till följd af resistentifieringsföreteelser kunna de emellertid icke tillerkännas någon som helst betydelse som indikatorer på bottenfaunans produktionshöjd.

Till följd af de grundläggande produktionsbetingelserna är halten af morfologiskt påvisbara bakterier (särskildt svafvelbakterier af typen *Beggiatoa* o. s. v.) mycket obetydlig. Af samma orsak saknas merendels också pyrit. Totalbilden är alltså en väsentligen af humusatartade bildningar under konserverande processer bildad aflagring med en påfallande — och säkerligen i grundläggande grad produktionsbegränsande — fattigdom på agilt kväfve. Jfr i kemiska frågor särskildt POTONÉ 1908, sammanställningen Sapropel-Moortorf p. 119—121.

Som synnerligen näringsfattiga bildningar äro f. ö. att anföra talrika aflagringar med ett öfverskott på minerogena sediment resp. en abnormt hög kalk- eller järnhalt. — Historiskt sedt ändrar naturligtvis slamaflagringen karaktär i samband med sjöarnas metamorfos. Sålunda är en näringsfattig aflagring af minerogen natur städse den primära. I samband med det organiska livets utveckling förbättras slammet afgjort för att dock inom urbergsvattnet snart nog nå maximum i detta hänseende. Med inträdande dybildning försämras åter den nutritionsbiologiska karaktären — allt företeelser, som utgöra en ren konsekvens ur den historiska utvecklingsgång, som sid. 115—116 skisserats. Parallellt härmed måste alltså äfven fiskproduktionen erbjuda afsevärda växlingar — störst dock inom de områden, där den baltiska sjötypen representerar livets höjdpunkt.

Näringsrika bildningar.

Dessa äro öfverhufvudtaget identiska med gyttjan i dess typiska form och sålunda i stort sedt karakteristiska för den baltiska sjötypen. Dess färg är grå, brun eller svart. En svart, brun eller -röd nyans betingas dock här mindre af humusämnen än, hvilket lätt kan påvisas med saltsyra, framförallt järnföreningar på olika oxidationsstadier. Slammets näringsrikedom tilltar i samma mån, som den grå detritus dominerar jämsides med såsom sådana påvisbara planktogene sediment. Däremot äro, som lätt inses, sådana planktogene bildningar, hvilka så godt som uteslutande bestå af kisel- eller kitinskal, naturligtvis i hög grad okapitaliserbara för bottenfaunan.

Bildningar af koprogen natur äro allmänt företrädde och kunna, då de uppträda i en relativt grå och lös form, utan vidare betraktas såsom indikatorer på bottenfaunans produktionshöjd.

Till följd af grundläggande produktionsbetingelser är halten af morfologiskt påvisbara bakterier ofta mycket afsevärd. Af samma orsak är pyriten här allmänt utbredd. Totalbilden är alltså en väsentligen genom sönderdelande processer af förruttnelsens typ bildad aflagring med en påtaglig halt af agilt kväfve och äfven f. ö. grundväsentligt skild från dyartade bildningar. Dess urmaterial är också i första hand

att söka i från planktonproduktionen härrörande fett- och proteinämnen; jfr sid. 27. Den grå detritusgyttja, som är af planktogen härkomst, är alltså — till följd af plankton-organismernas högre fett- och proteinhalt — afgjort bättre än den, hvars urmaterialier äro att söka inom strandformationen. Jfr i kemiska frågor närmare särskildt POTONÉ, l. c. 1908.

De under vatten bildade aflagringarna kunna alltså med hänsyn till sin växlande näringshalt i påfallande grad analogiseras med vissa fastlandets jordarter. Sålunda är i principiella hänseenden öfverensstämmelsen mellan gyttja och mylla resp. dy och råhumus omisskännlig — en omständighet, som visserligen redan påpekats af P. E. MÜLLER 1887 och efter honom af WOLLNY 1897, äfvensom af RAMANN i ett flertal arbeten, särskildt l. c. 1911, men dock af dessa forskare — såsom icke varande limnologer — naturligen icke kunnat närmare utformas. Visserligen äro skiljaktigheterna mellan dessa land- resp. undervattensbildningar många och stora; men i själfva de principiella bildningsförutsättningarna resp. den därpå beroende »godheten» ligger dock en så afsevärd öfverensstämmelse, att analogiseringen i själfva verket här måste anses vara af en ganska djup innebörd och äfvenledes mana till mera detaljerade undersökningar angående öfverensstämmelsen mellan dessa olikartade bildningar äfven i andra hänseenden, såsom t. ex. — och kanske framförallt — på det bakteriologiska området. En tabellarisk öfversikt torde allra bäst belysa detta förhållande, sådant vi betrakta detsamma från rent elementära, snarast ekologiska synpunkter.

Vatten- resp. fastlandsbildningar	Gyttja resp. mylla	Dy resp. råhumus och sämre torf
Den grundläggande bildningsförutsättningen.	Kalkrikedom, hvarigenom den organiska substansens sönderdelning ernås.	Kalkfattigdom, hvarigenom den organiska substansens konservering i from af bruna humusämnen ernås.
Åtskillnadskaraktärer gifvas bl. a. genom		
a) den lägre djurvärlden	Riklig.	Fattig.
b) bakteriehalt	»	»
c) halt af i brunt humifierade humusämnen.	I jämförelse med mineral-salter af mindre betydelse.	Af en grundläggande betydelse.

Vi ha med afsikt gifvit denna sammanställning en ytterst elementär prägel. Andra författare (P. E. MÜLLER 1877, RAMANN 1911) ha framhållit andra, väsentligen strukturella öfverensstämmelser. Andra ha däremot i vissa punkter gått afsevärdt längre men därvid också — synbarligen till följd af bristande limnologisk erfarenhet — gjort sig skyldiga till afsevärda feltolkningar. Sålunda uppställde exempelvis WOLLNY (1897) den hypotesen, att gyttjans (Schlammull, enligt WOLLNY; jfr sid. 27) genesis vore i principiella hänseenden att jämföra med myllans, dyns (Schlammtorf) däremot med råhumus. Den utslagsgifvande faktorn fann han emellertid framförallt ligga i bildningsmiljöns halt

af syrgas. Förutsättningen för de förstnämnda bildningarnas uppkomst vore då framförallt en till följd af aeroba betingelser beroende förmultning, hvaremot de sistnämnda vore att härleda genom sådana processer, hvilka framgå ur en anaerob bildningsmiljö. Så vidt vi ha oss bekant, ha icke dessa WOLLNY's åsikter och ej heller några därmed likartade vidare utförts från annat håll. Och i själfva verket äro de ju också alldeles grundfalska; ty gyttjans, sapropelets, allmänna bildningsförutsättningar karakteriseras ju — såsom framförallt POTONIÉ (1908) närmare ledt i bevis — fastmera just af förruttnelseprocesser, beroende af syrgasbrist. Hvad åter dyn beträffar, så är den ju väsentligen att uppfatta som ett omlagradt torfmaterial,¹ och någon mera ingripande förändring torde de vid bottnen en gång anhopade humusämnen — jämlikt mina erfarenheter — näppe- ligen genomgå, vare sig nu den allmänna bildningsmiljön är aerob eller anaerob. Här erfordras alltså öfverhufvudtaget icke alls någon hänvisning till de olika sönderdelningsprocessernas allmänna innebörd: ty den principiella egenarten är ju här icke alls något som helst slags sönderdelning utan fastmer en konservering, en anhopning af den höggradigt resistenta humussubstansen. Bildningsförutsättningarna för gyttja och mylla resp. dy och råhumus äro alltså i flera fall också principiellt motsatta. I godhetshän- seende är emellertid öfverensstämmelsen högst påfallande. Som den i första hand härvid- lag utslagsgifvande faktorn måste jag betrakta den växlande kalkhalten, hvaraf se- dermera hela den organiska substansens sönderdelningsprocesser på kemisk resp. i första hand mikrobiologisk väg måste vara i central mening beroende. Särskildt från denna synpunkt sedt synes det oss vara en mycket intressant företeelse, att dessa bildningar faktiskt i stort sedt följas åt inom våra regioner: inom slättlandet är gyttje-, inom det kalkfattiga urberget däremot dybildningen alldeles förhärskande; så ock med mylla resp. råhumus. Detta samband mellan fastmarkens och vattnets jordmänar är alltså högst påfallande men har icke desto mindre hitintills icke alls blifvit närmare beaktadt.

Det ligger i sakens natur, att vi vid våra allmänna diskussioner i första hand funnit oss böra diskutera sådana förhållanden, hvilka karakterisera den nordeuropeiska resp. bal- tiska sjötypen. Vi ha om dessa i det föregående flerstädes framhållit, att de tvifvelsutan i första hand äro att anse som rena formationsmodifikationer, först och främst betingade af omgifningarnas geologiska beskaffenhet — resp. kulturella inflytelser — samt därtill också begränsade af termiska miljöfaktorer, för den händelse att dessa innebära ett underskri- dande af den för *myxophycé*-arternas utveckling kritiska sommartemperaturen. Så länge detta icke är fallet, regleras alltså sjötypens art uteslutande af biokemiska miljöfaktorer, och vi ha därför inom våra kalkfattiga urbergsområden att räkna med en nordeuropeisk sjötyp i naturliga vatten, med en baltisk i föröre-

¹ Denna synpunkt har af H. v. Post flerstädes och med skärpa framhållits. Synbarligen har han dock med åren allt mer och mer fått klart för sig denna dyafagringsarnas egenskap af väsentligen rent limno- alloktona bildningar; jfr särskildt l. c. 1896. Redan utredningen af 1862 är visserligen i principiella hänse- enden klar. Icke desto mindre framställes här — med stöd af verkställda försök — den uppfattningen, att dybildningen väsentligen beror af anaeroba miljöfaktorer. Detta är dock en förunderlig och mot författarens hela problemställning stridande motsägelse, som sedermera också af andra och på detta område mindre erfarna forskare — t. ex. just WOLLNY 1897 — närmare utförts. Återgår man emellertid till själfva det principiella i H. v. Post's uppfattning ang. dyn som en utfällning ur brunfärgadt vatten, så kan dock, som lätt inses, hela detta resonemang — hvad pelagiskt bildade aflagringar beträffar — utan vidare afskrifvas från diskussionen.

nade. Nagra andra sjötyper kunna icke förutsättas inom dessa geografiskt såsom den baltiska resp. nordeuropeiska regionen urskiljbara områden. Vi sakna därför anledning att ingå på en närmare diskussion angående WESENBERG-LUND's öfriga geografiskt begränsade planktonregioner. Med hänsyn till det resultat, som framgått ur vår utredning angående den baltiska resp. nordeuropeiska regionen, måste emellertid den frågan numera synas mycket väl grundad, i hvad mån WESENBERG-LUND's indelning öfverhufvudtaget fytoplanktologiskt sedt och i växtgeografisk mening äraf någon som helst djupare innebörd. Sannolikt är detta icke fallet. Fastmera synes all sannolikhet tala därför, att det här i första hand städse är frågan om rent ekologiska formationsmodifikationer — ett antagande, som ytterligare motiveras af fytoplanktons i stort sedt kvalitativt kosmopolitiska men kvantitativt ofta i oerhörd grad regionalt varierande läggning. Det synes mig under sådana omständigheter möjligt att betrakta fytoplanktonfördelningen i smärre vatten öfverhufvudtaget inom alla regioner under de enhetligt ekologiska synpunkter, hvilka torde kunna sammanfattas i följande ekologiska sjötyper, benämnda efter de geografiska områden, där de närmare studerats: den arktiska, den baltiska, den nordeuropeiska och den tropiska. Af dessa sjötyper uppvisar den första en öfver hela linjen obetydlig produktion, tydligen såväl beroende däraf, att *myxophycéernas* temperaturoptimum underskrides, som ock därigenom, att den äfven för andra formers högproduktion oundgängliga agila organiska substansen resp. dess sönderdelningsprodukter saknas. Det ligger i sakens natur, att bottenförhållandena här mera måste karakteriseras af minerogena än organogena bildningar. Den baltiska resp. nordeuropeiska sjötypen har i det föregående närmare karakteriserats som en af olikartade näringsbiologiska förutsättningar beroende modifikation af en i termiskt hänseende på principiellt likartadt sätt inverkad formation. Sambandet mellan plankton och bottenbeskaffenhet inom hithörande sjötyper är numera mycket väl känt och har i det föregående utförligt diskuterats. Hvad slutligen den tropiska sjötypen beträffar, så är den dessvärre ekologiskt sedt föga utredd och icke några som helst upplysningar föreligga angående bottenaflagringsarnas principiella bildningshistoria. Otvifvelaktigt är emellertid, att den organiska substansens sönderdelning här i typiska fall försiggår mycket snabbt och jämnt, hvaraf alltså effekten blir ett mineraliseradt vatten, sålunda med obetydliga *myxophycé*-produktioner och fastmera behärskadt af renvattensformer. Troligen försiggår slambildningen på dylika sjöars bottnar ganska långsamt; men i denna fråga saknas dock dessvärre än så länge all erfarenhet.

På detta sätt skulle vi alltså erhålla ett mycket begränsadt antal ekologiskt kännetecknade sjötyper, hvilkas geografiska utbredning tydligen beror af rådande geologiska resp. klimatiska förhållanden. Den af WESENBERG-LUND föreslagna regionindelningen saknar tydligen hvarje växtgeografisk innebörd i egentlig mening och måste såsom sådan alldeles utrangeras, om den också — åtminstone till någon del — kommer att visa sig mera tillämplig inom zooplanktologien. I detta hänseende uppvisar såväl Aneboda- som Klotenområdet också en nordlig karaktär, exempelvis genom den utbredda förekomsten af *Bosmina obtusirostris* G. O. S. resp. *Holopedium gibberum* ZADD. Det lider emellertid intet tvifvel, att man från växtgeografiska synpunkter i en framtid skall kunna uppställa äfven andra regioner än rent ekologiska. Sålunda synas

bl. a. desmidiéerna (jfr W. och G. S. WEST's talrika publikationer) erbjuda en del begränsade utbredningsområden och motivera uppställandet af rent växtgeografiska regioner. Hänsynstager man till bägge dessa synpunkter, så representerar såväl Kloten- som Aneboda-området ökologiskt resp. zooplanktologiskt sedt en nordeuropeisk sjötyp, men dess växtgeografiska fysionomi är i ena fallet (Kloten) skäligen kosmopolitisk, i det andra (Aneboda) däremot — ur desmidiologiska synpunkter; jfr särskildt W. och G. S. WEST — utprägladt nordvästeuropeisk.

De grundlinjer för det allmänna sambandet mellan omgifningarnas beskaffenhet i olika hänseenden, fytoplanktonproduktionens art och bottenaflagringarnas närmare struktur, som i det föregående uppdragits, ha framförallt afsett de inom vårt eget land representerade sjötyperna och därpå i första hand de hittills alldeles okända humussjöarna. Tvifvelsutän har mycket af det, som äfven i detta sammanhang närmare diskuterats, varit af en snarast teoretisk art, om också dess empiriska belysning redan nu synes ganska tillfredsställande genom en med stöd af våra egna principiella utredningar med material från våra arbetsområden möjliggjord tolkning af den föreliggande litteraturen. I många hänseenden äro dock nya forskningar erforderliga för att i önskvärd utsträckning komplettera de äldre och i vissa fall ersätta rent teoretiska förutsättningar med empiriska fakta. Med hänsyn till sitt vidsträckt geografiska läge och sina växlande geologiska resp. klimatiska förhållanden — återspeglade i sjötyper af olika art — synes mig därvid framförallt vårt eget land böra erbjuda ett forskningsområde af särskild betydelse. Sveriges limnobiologi är ännu så länge till sina närmare detaljer i väsentlig grad alldeles okänd; men de fragment därpå, som redan blifvit bekanta, synas dock antyda en helhetsbild af säreget rik nyansering och omväxling, hvilken mera detaljerade utforskning säkerligen i många hänseenden skulle kunna lämna resultat af vidtgående betydelse i såväl teoretiskt som praktiskt hänseende.

Zusammenfassung.

Es werden in dieser Abhandlung die Ergebnisse einiger von dem Verfasser während der letzten Jahre ausgeführten Untersuchungen über das Fytoplankton und die unter der pelagischen Region gebildeten Schlammablagerungen einiger kleineren Seen der kalkarmen Urgebirge von Süd- und Mittel-Schweden mitgeteilt. Die leitenden Gesichtspunkte sind dabei einerseits, die Planktologie der betreffenden Gewässer als einen Indikator des allgemeinen Seentypus in geographischer bezw. ökologischer Hinsicht zu verwerten, anderseits aber auch die Abhängigkeit der strukturellen Eigentümlichkeiten der pelagisch gebildeten Schlammablagerungen von den durch die Umgebung bedingten sedimentbildenden Faktoren — in erster Hand der Planktonproduktion — näher zu erkundigen.

Die Abhandlung wird mit einem allgemeinen Teil eingeleitet, wo die technischen und terminologischen Grundlagen einer derartigen Untersuchung auseinandergesetzt werden. Besonders die allgemeinen und prinzipiellen Fragen der Schlammkunde bezw. ihrer untersuchungstechnischen Grundlagen werden dabei sehr ausführlich behandelt. Sie werden bekanntlich sonst in der jetzigen Limnologie gegen die Planktonstudien überhaupt sehr vernachlässigt. Es fehlte auch bis jetzt von diesem Standpunkt aus (vergl. sonst vor allem H. POTONIE 1908) jede zusammenfassende Darstellung dieser Verhältnisse, die indessen nach der Ansicht des Verfassers nicht nur von einem beträchtlichen theoretischen Interesse sind, sondern dazu auch in praktischer Beziehung zweifelsohne von noch grösserer Bedeutung als die Planktologie sein dürften. Die vorliegende Abhandlung bezweckt somit, nebst ihren speziellen Aufgaben auch eine allgemeine Einführung in der Schlammkunde des Süßwassers nebst ihren technischen Grundlagen zu geben.

Allgemeiner Teil.

Die Untersuchung an Ort und Stelle.

Was zunächst die planktologischen Arbeiten anbetrifft, so hat der Verf. sich im allgemeinen auf das Einsammeln von Netzplankton begrenzen müssen. Besonders das sedimentbildende Nannoplankton ist aber auch in verschiedener Weise un-

tersucht; vergl. später unter den Arbeiten im Laboratorium. — Die sonst sehr vorzügliche Feldmethode der Kubikzentimeter-Kammer-Technik nach R. KOLKWITZ (vergl. l. c. 1911 b, 1914 b) könnte wegen des ausgesprochenen Produktionsminimums unserer kalkarmen Urgebirgsgewässer nur in Ausnahmen mit einigem Vorteil gebraucht werden. Die Methode ist auch überhaupt mehr für mässige bis grosse als für ausgesprochene Kleinproduktionen geeignet. — In Anbetracht der grösseren Bedeutung des Fytoplanktons sowohl als Milieu-Indikator als Sediment-Bildner wird vom Netzplankton im folgenden fast nur von deren pflanzlichen Vertretern die Rede sein.

Die Probenentnahme der Bodenablagerungen wird in zweierlei Weise durchgeführt; und zwar wird für Studien über gröbere Elemente — durch den Siebrest; vergl. später — Dretschmaterial benutzt, wogegen die feinere Struktur unter Anwendung von Lotbecherproben zu ermitteln ist. Es wird für diese letztgenannten Aufgaben ein Apparat vom Aussehen der Textabb. 1 bzw. 2 gebraucht. Um die verschiedenartigen Arbeitsarten der betr. Apparate in Einzelheiten klar zu legen, sei hier folgendes beispielweise mitgeteilt: — Wird z. B. von der pelagischen Region aus auf dem See Stråken bei Aneboda (vergl. später) gelotet, und wird dabei ein Lot des Typus Abb. 1 mit besonderem Sorgfalt niedergelassen, so dass der Becher eine bisweilen mit Wasser beigemischte Probe der oberflächlicheren Ablagerungen aufholt, so zeigt der so erhaltene Schlamm eine Mikrostruktur hauptsächlich aus graubraunem Detritus nebst Kotballen verschiedener Tiere. Die planktogenen Sedimente sind aber hier nur von einer sehr geringen Bedeutung. Wird das Lot hingegen rasch ausgeschickt, so dass es hart in Boden nimmt, so wird der Becher mit einem ganz verschiedenartigen Schlamm gefüllt. Es ist nämlich der Detritus in diesem Falle kaum von einiger Bedeutung, wogegen die planktogenen Sedimente — und zwar besonders aus Bruchstücken von *Melosiren* gebildet — hier die Hauptsache ausmachen. Man vergleiche die beigegebenen Mikrophotographien der Tafel 6, Abb. 1 und 2, wo die »Oberflächen«- bzw. »Tiefenschicht« der Stråkengyttja dargestellt ist.

Es ist ja dies tatsächlich ein sehr auffallendes Ergebnis, das schon beim ersten Ansehen auf eine ausgesprochene Schichtung der Schlammablagerungen hindeuten scheint. Das dies auch der Fall ist, wurde später durch Herausnehmen zusammenhängender Profile unter Anwendung verschiedener »Schlammröhre« direkt erwiesen.¹ Es ergibt sich hieraus die in untersuchungstechnischer Richtung wichtige Tatsache, dass die Becherproben des Lotes tatsächlich der Hauptsache nach erst

¹ Ein wirkliches »Profilloten« scheint im Süsswasser bis jetzt nur in seltenen Ausnahmefällen durchgeführt zu sein. Die ozeanographische Literatur auf dem Gebiet ist indessen die älteste und übrigens sehr reichhaltig. Vergl. vor allem die Arbeiten von MURRAY und RENARD, PETERSEN und PHILIPPI (s. Literaturverzeichnis).

In der Limnologie hat vor allem Sv. EKMAN (1911, 1915) mit Bodenprofilen gearbeitet, die durch seinen für zoologische Arbeiten gebauten Bodenschöpfer (1911) erhalten waren. Allein, der Apparat ist gar zu gross und kompliziert ebenso wie in seiner Anwendung zu begrenzt, um auch bei eigentlichen Schlammstudien Verwendung finden zu können. Einfacher ist dann z. B. der Schlammstecher von GÖTZINGER (1911); vergl. auch JENTZSCH 1912. Über Bohranordnungen, nur auf seichtem Wasser zu brauchen, vergl. besonders SCHIEMENZ 1903, KOLKWITZ 1907, JENTZSCH 1912.

Wirkliche Profillote sind aber auf diesem Gebiet bis jetzt nicht beschrieben, können indessen nach den Erfahrungen des Verfassers mit Vorteil nach einem sehr vereinfachten Prinzip der ozeanographisch bekannten Schlammröhre mit Oberventil (aber hier ohne besondere Einschlaganordnung) gebaut werden. Unter Anwendung einer derartigen Anordnung ist auch die Arbeitsart der Becherlote näher geprüft bzw. bestätigt.

der Schicht, wo das Lot anhält, entnommen werden. Somit sind auch Lotbecherproben überhaupt nur mit grösster Kritik als die Grundlage der Schlammuntersuchung zu verwerten, und es ergibt sich immer die Frage, in welcher Schicht der jetzigen Ablagerungen, wenn oberflächlich oder tief, sie eigentlich genommen waren. Es ist dies zwar eine sehr wichtige Frage, deren Bedeutung, ja überhaupt Existenz, bis jetzt ganz und gar unbekannt geblieben ist. Und doch sind ja diese Becherlote fast seit Anfang der Forschung überall, wenn auch in den verschiedensten Ausführungen, weit verbreitet.¹

Es fragt sich aber nun, wie diese Schichtung vom Standpunkt der jetzigen Limnologie zu beurteilen ist. Die Antwort ergibt sich in diesem Falle ohne weiteres aus der Planktologie. Es hat sich nämlich gezeigt, dass eben die *Melosiren* nunmehr im Jahreskalender des Stråkensee-Planktons nur von einer sehr geringen Bedeutung sind. Eine Ablagerung wie die besprochene »Tiefengyttja« kann deshalb nicht aus der jetzigen Planktonepoche als Mutterformation erklärt werden, sondern muss deshalb viel mehr einer schon vergangenen Zeit angehören. Somit sind die Oberflächenproben für unsere Zwecke als die eigentliche Grundlage zu betrachten. Innerhalb der oberflächlichen Gyttja zeigt sich aber hier keine Schichtung, sondern das Bild ist hier — wie es dies unter Anwendung von Schlammröhren festgestellt worden ist — durch und durch so ziemlich gleichmässig. Es dürfte dies zum Teil von der durchwühlenden Wirksamkeit der Bodenfauna abhängen. Vor allem aber liegt die Ursache hierzu nach der Ansicht des Verfassers in dem nährstoffarmen Milieu der kalkarmen Urgebirgsgewässer. Es folgt nämlich hieraus eine überhaupt sehr geringe Sedimentation fäulnisfähiger Substanz, und besonders die planktogenen Bildungen sind hier von einer nur geringen Bedeutung. Eine besondere Oberflächenschicht aus sedimentiertem, von der Bodenfauna noch nicht bearbeitetem Plankton — dessen Vorhandensein in planktonhochproduktiven Seen vorausgesetzt werden muss — kann somit hier nicht zustande kommen, und wegen der gleichmässigen Zuführung der sonst in der Frage kommenden kaum oder wenig fäulnisfähigen Sedimente wird auch die Struktur in vertikaler Richtung der Oberflächengyttja aus chemischen Ursachen so ziemlich übereinstimmend. — Ganz anders gestalten sich aber diese Verhältnisse in den Seen nährstoffreicherer Gebiete,² wo sowohl die reichere Planktonproduktion eine besondere Oberflächenschicht bisweilen ausbildet ebenso wie auch die Beschaffenheit der Sedimente die Veranlassung einer ausgeprägt biochemischen Vertikalvariation innerhalb der Oberflächengyttja geben kann. Es ergibt sich hieraus, dass die Probenentnahme dieser zwei Sedimenttypen

¹ Diese Lotanordnung ist vom Verfasser auf Grund seiner Erfahrungen über die Schichtungsverhältnisse der Schlammablagerungen schon früher mit zwei Bechern ausgebaut, von denen der eine in der tieferen, der andere hingegen in der oberflächlichen Schicht arbeitet. Vergl. E. NAUMANN 1916 a.

² Es ist dies vom Verfasser unter Anwendung der Schlammröhren-Technik u. a. für verschiedene der hochproduktiven Seen Südschonens festgestellt; die betr. Untersuchungen sind indessen noch nicht publiziert. — Ähnliche Verhältnisse sind schon von FOREL (1892) besprochen. WESENBERG-LUND (1901), der mit z. T. sehr nährstoffreichen Seen zu tun gehabt hat, legt zwar diese Auffassung weiter aus, hat indessen — wohl wegen seiner unkritisch schlecht gewählten Untersuchungstechnik — aus eigener Erfahrung nichts neues dazu hinzufügen können.

Über das Problem der Schichtung überhaupt — bezw. von ozeanographischen Gesichtspunkten aus — vergl. besonders die zusammenfassenden Darstellungen von K. ANDRÉE; s. Literaturverzeichnis.

etwas verschiedenartig durchgeführt werden kann. Für den letztgenannten Typus ist somit überhaupt nur ein wirkliches Profillot zu brauchen; für den erstgenannten ist aber schon die Technik des Becherlotes nach den oben dargestellten als hinreichend zu betrachten. Es werden dabei am besten die Proben der Oberflächengyttja unter Anwendung eines grösseren Lotbechers (s. Abb. 2) genommen, während für die Tiefengyttja ein kleinerer (s. Abb. 1) zu empfehlen ist. In dem ersten Fall (Abb. 2) sichert nämlich die Grösse des Bechers eine sichere Probenentnahme eben der oberflächlichen Ablagerungen, auch wenn ein genau »führendes« Loten wegen Witterung u. s. w. ausgeschlossen ist, während es ja in dem letzten (Abb. 1) im Gegenteil eben auf das Eindringungsvermögen des Lotes in den weichen Schlamm ankommt.

Auf die Frage der näheren Bearbeitung dieser Lotbecherproben im Laboratorium wird später eingegangen. Schon an Ort und Stelle werden nur die Dretschproben weiter behandelt. Um ein zu tiefes Eindringen in den Boden zu beseitigen (vergl. oben) empfiehlt sich nur das Arbeiten mit nicht zu schweren Dretschen. Beim Sieben der Proben dürfte es sich im allgemeinen mit einem Siebe der Maschengrösse c:a 1 kvmm zu arbeiten empfehlen. Der dabei erhaltene Siebrest wird nach dem folgenden Schema kurz charakterisiert; und zwar stets nach Bildungen — ob lebend oder tot, Pflanzen oder Tiere bzw. deren Reste — die eine ganz grundlegende Bedeutung für die allgemeine Physiognomie des Siebrests erreichen können.¹ — Die folgende Übersicht — ebenso wie einige später mitzuteilende — beabsichtigt einen Vergleich zwischen nährstoffreichen bzw. -armen Seentypen der allgemeinen Art, wie sie in der nordeuropäischen bzw. baltischen Region (vergl. WESENBERG-LUND 1908) überhaupt mehrenteils zu finden ist: also einigermassen stagnierende ziemlich seichte und deshalb im Sommer hoch erwärmte Seen. Beispiele der nährstoffreicheren Seen dieser Art besonders bei APSTEIN 1896, WESENBERG-LUND 1904. Ein ausgesprochen nährstoffarmer Typus wird aber z. B. von dem Aneboda bzw. Klotengebiet (vergl. die spezielle Darstellung) repräsentiert.

Siebreste litoraler Ablagerungen.

A. In nährstoffreicheren Seen.

Bildungen biogener Art bzw. lebende Organismen.

1. Es sind gröbere Pflanzenfragmente, wie Blättertrümmer u. s. w. vorherrschend.
2. Es sind die feineren, makroskopisch nicht weiter zu erkennenden Pflanzenfragmente vorherrschend. — Wie 1 ein weitverbreiteter Typus.
3. Der Siebrest besteht hauptsächlich aus grösseren *Chroococcacéen*-Kolonien. — Ein seltener Typus.

¹ Die speziellen Untersuchungen beziehen sich zwar nur auf die Verhältnisse unter der pelagischen Region. Der Vollständigkeit wegen werden indessen hier und in den folgenden Übersichten stets auch die litoralen Bildungen als Vergleich mit aufgenommen.

4. Es dominieren die Schalenfragmente der Mollusken bzw. die Elemente anderer organogenen Kalkablagerungen. — Der Schalenrest ist besonders von WESENBERG-LUND näher studiert und nach ihm für die Tiefenzone 8—11 m der grösseren Seen Dänemarks sehr charakteristisch.

5. Koprogene Bildungen in Übergewicht. — Hier ein seltener Typus.

Bildungen minerogener Art: Sand, Kies u. s. w.

Gemischte Siebreste

treten in dem Mehrzahl der Fälle auf. Im Verhältnis zu der ursprünglichen Probe ist der Siebrest der litoralen Ablagerungen im allgemeinen sehr gross, d. h. die Ablagerungen sind hier im allgemeinen von einer ziemlich groben Struktur.

B. In den nährstoffarmen Gewässern der kalkarmen Urgebirgsgegenden.

Lebende Formen bzw. Bildungen biogener Art.

1. Größere Pflanzenfragmente. — Vergl. unter A.
2. Feinere » » » » »
3. Der Siebrest besteht hauptsächlich aus den grossen Kolonien der *Nostoc Zetterstedti*. — Nicht häufiger, aber weitverbreiteter Typus.
4. Mollusken bzw. deren Fragmente hier ganz ohne Bedeutung; Kalkablagerungen jeder Art überhaupt fehlend.
5. Bildungen koprogener Art; vergl. unter A.

Minerogene Bildungen.

Besonders charakteristisch sind für gewisse Urgebirgsgegenden Schwedens die Limonitbildungen in ihren zahlreichen Formen.

Gemischte Siebreste.

S. unter A.

Siebreste pelagischer Ablagerungen.

Bildungen biogener Art.

1. Pflanzenfragmente, hier im allgemeinen doch von einer feineren Struktur als in den litoralen Ablagerungen.
2. Mollusken bzw. deren Fragmente ebenso wie die Elemente organogener Kalkablagerungen überhaupt. — Für die Seen des Urgebirges ohne Bedeutung.
3. Bildungen koprogener Art. Sind hier oft von einer ganz grundlegenden Bedeutung; und zwar in den folgenden Formen auftretend.
 - a) Die röhrenförmigen Gehäuser der *Chironomiden*, von kleineren Kottballen (vergl. später bei Besprechung der Schlammproben) aufgebaut.
 - b) Grobe Ballen — die Fragmente der besprochenen *Chironomiden*-Gehäuser.

Minerogene Bildungen.

In den kleineren Seen ohne grössere Bedeutung.

Gemischte Siebreste

treten hier nicht so allgemein wie beim Arbeiten in der litoralen Region auf. Vielmehr sind in den Ablagerungen der pelagischen Region die koprogenen Bildungen oft ganz vorherrschend, woraus sich im allgemeinen ebenso reine wie monotone Siebreste ergeben. Bei zunehmender Verlandung geht aber diese typische Physiognomie der pelagisch gebildeten Ablagerungen immer mehr — durch Beimischen von Gewebefragmenten u. s. w. — in die litorale über.

Von den an Ort und Stelle genommenen Proben wird das Plankton sogleich mit etwas Formalin fixiert. Die Becherproben bezw. die Siebreste können indessen — wenn es sich um Untersuchungen wie die unsrigen handelt — in unkonserviertem Zustande nach dem Laboratorium transportiert werden um dort erst nach einer sofort anzustellenden vorläufigen Untersuchung mit Formalin versetzt zu werden.

Die Untersuchung im Laboratorium.

Was zunächst das Plankton betrifft, so sind in erster Hand die Assoziations-typen des Netzplanktons zu ermitteln. Es werden hierbei neben in gewöhnlicher Weise dargestellten »nassen« Präparaten (in formaldehydhaltigem Wasser) auch Trockenpräparate benutzt. Besonders die Untersuchung der letztgenannten ist für unsere Seen oft von grosser Bedeutung, wegen des hier allgemeinen Vorkommens derartiger Formen, die sonst sehr leicht übersehen werden (*Rhizosolenia*, gewisse *Chrysomonaden* wie *Mallomonas*, wenn in den Skeletteilen einzeln zerlegt u. s. w.). — Die Untersuchung auf das Nannoplankton geschieht teils unter Anwendung von Zentrifugproben, teils aber auch nach der vom Verfasser schon früher benutzten »biologischen Methode«; vergl. E. NAUMANN, 1916: b. Allerdings wird hierdurch nur ein Einblick in die als Sedimentbildner in Frage kommenden Formen ermöglicht. Es ist aber eben dies, was uns hier in erster Hand interessiert, eine Aufgabe, die übrigens schon z. T. durch die mikroskopische Schlammanalyse erledigt werden kann.

Was die Schlammbildungen betrifft, sei hier in erster Hand etwas auf die terminologischen Voraussetzungen eingegangen. Von grundlegender Bedeutung sind auf diesem Gebiet die Arbeiten des schwedischen Naturforschers H. v. Post (vergl. d. Literaturverzeichnis) und zwar vor allem eine Abhandlung aus dem Jahr 1862: Studien über die koprogenen Bildungen der Jetztzeit.¹ Die Schlammablagerungen werden hier in Gyttja und Dy eingeteilt. Als Gyttja bezeichnet er hier »eine von Farbe — nass wie trocken — graue, in nassem Zustande elastische Bildung, die sich auf dem Boden klarer und reiner Gewässer — Quellen, Bäche, Seen u. s. w. — über den Urgrund aus Sand oder Lehm ablagert«. Die Bildung ist »koprogener« (ein von H. v. Post gebildeter Begriff,

¹ Schwedisch publiziert aber auch Ausländern durch die Zusammenfassung RAMANN's 1888 zugänglich.
K. Sv. Vet. Akad. Handl. Band 56. N:o 6.

in erster Hand sich auf die Formgebung des sonst überwiegend fyto-genen Bildungs-materials beziehend) Natur, besteht der Hauptsache nach aus mehr oder minder grauen Kotballen. Hierin eine sehr charakteristische Beimischung von verschiedenen fragmentarischen Überresten des Tier- und Pflanzenlebens des Wassers. Im Gegensatz zu der Gyttja entsteht aber der Dy auf dem Boden der braungefärbten Humusgewässer, unterscheidet sich in erster Hand von der Gyttja durch eine reichliche Beimischung »braungefärbter Muls-substanzen«; es zeigt »nass aber auch trocken eine mehr oder minder braune, ja bisweilen sogar schwarzbraune Farbe«. Der Gehalt an Kotballen ist geringer, Überreste von Mikroorganismen ebenso; die Fragmente pflanzlicher Gewebe indessen gern etwas mehr verbreitet als in der Gyttja. — Von Gyttja wie Dy ist eine litorale Ablagerung (Ufer-Gyttja bzw. -Dy) von der pelagisch gebildeten Seen-Gyttja bzw. -Dy zu unterscheiden. Der Unterschied wird hierbei in erster Hand auf die strukturelle Beschaffenheit begründet: die pelagisch gebildete Ablagerung ist feiner ebenso wie mehr ausgesprochen koprogen als die litorale, in welcher letzteren die größeren (und zwar vor allem die Trümmer vergangener Makrophyten-Assoziationen) Bildungen von einer grundlegenden Bedeutung sind. Vergl. hierzu auch die oben mitgeteilte schematische Übersicht der Siebreste.

Diese grundlegenden Auseinandersetzungen H. v. Post's kehren in der ganzen späteren Literatur, und zwar sowohl in der limnologischen wie vor allem in der geologischen, immer wieder. Die Terminologie wechselt allerdings ganz beträchtlich; vergl. hierzu besonders die zusammenfassenden Darstellungen von J. FRÜH und C. SCHRÖTER (1904) und H. POTONIÉ (1908). Unseres Erachtens sind aber alle diesbezügl. Begriffe ohne weiteres auf die von H. v. Post (1862) aufgestellten Termini Gyttja und Dy ohne Schwierigkeiten zurückzuführen. Sie decken sich tatsächlich auch durchaus mit den Begriffen Sapropel und Dopplerit von H. POTONIÉ; und wenn dieser Autor von der ganz verwirrten Gyttja- und Dy-Terminologie spricht, so geht dies wohl die jetzige Geologie aber gar nicht die originalen Grundbegriffe an. Sie sind somit auch wegen ihrer Priorität meines Erachtens ohne weiteres vorzuziehen. Als zweckmässige Synonyme finde ich aber im Interesse eines internationalen Sprachgebrauches H. POTONIÉ's (1908) Benennungen ganz brauchbar,¹ um so mehr weil sie, wie gesagt, genau mit H. v. Post (1862) in allen prinzipiellen Hinsichten übereinstimmen. POTONIÉ hat aber dazu den grossen Verdienst, besonders die chemischen Grundlagen der Schlamm-bildungen nach der heutigen Standpunkt der Wissenschaft klargelegt zu haben. In diesen Hinsichten kann somit, was den Unterschied zwischen Gyttja und Dy betrifft, auf sein Schema (l. c. 1908, S. 119—121), hingewiesen werden. Fassen wir aber hier in aller Kürze, besonders nach H. v. Post, die ökologischen, fast feldmässigen Grundcharaktere — woraus sich übrigens die chemische Einzelheiten ohne Weiteres ergeben — zusammen, so ergibt sich die folgende Zusammenstellung, S. 131.

¹ Andere Termini sind am besten auszumerzen; denn überhaupt sind sie ganz und gar überflüssig, schlecht definiert und zumal oft auch ganz fehlerhaft kombiniert. — RAMANN hat es versucht (1888), die Bezeichnungen H. v. Post's überzusetzen, und fixiert somit u. a. Gyttja genau als Schlamm. Das finde ich indessen sehr unglücklich in Anbetracht des allgemeinen Inhaltes des Worts Schlamm, sowohl in der schwedischen wie auch in der deutschen Sprache: eine unter Wasser gebildete Ablagerung überhaupt. Vielmehr möchte ich diese Bezeichnung deshalb als einen Allgemeinbegriff brauchen, worunter die genau fixierten Begriffe der Gyttja (= Sapropel, Faulschlamm) und Dy (= Dopplerit, was ich als Torfschlamm verdeutsche) einzureihen sind.

Bezeichnung der Ablagerung.	Seengyttja im Sinne H. v. Post's l. c. 1862. — Vergl. auch l. c. 1855, 1860.	Seendy im Sinne H. v. Post's l. c. 1862. — Vergl. auch l. c. 1855, 1860.
[Über die weitere Synonymik wichtigerer Handbücher u. s. w. vergl. die Übersicht S. 27 im schwedischen Text. — Mehr erschöpfende Darstellungen besonders bei FRÜH und SCHRÖTER 1904, POTONIE 1908.]	= Faulschlamm, Sapropel, nach H. POTONIE l. c. 1908.	= Dopplerit nach H. POTONIE l. c. 1908.
Mutterformation	Ein offenes, »reines, klares und farbloses« Wasser mit dessen Tier- und Pflanzenformationen.	Ein offenes, gelbes bis braunes Wasser mit dessen Tier- und Pflanzenformationen.
Die Bildungsbedingungen sind mit Rücksicht auf die verschiedenen Sedimente in Anbetracht der Bedeutung von		
1. Die Gelbfärbung des Wassers, d. h. dessen Gehalt an Humusstoffen, woraus sich ein Überwiegen kohlenstoffhaltiger, braun humifizierter Pflanzenstoffe ergibt		Zunehmend →
2. Plankton, wodurch sich ein Überwiegen der fett- und proteinhaltigen Urmaterialien ergibt		← Zunehmend
3. Größere Pflanzenfragmente		Zunehmend →
4. Die Tätigkeit der Bodenfauna		← Zunehmend
Das Sediment zeigt u. a. die folgenden Eigenschaften:		
1. Die Farbe		
a) nass	Im allgemeinen grau.	»Braun bis fast schwarz.«
b) trocken	Rein grau oder jedenfalls grauer als im nassen Zustand.	Bisweilen etwas erhellt, oft aber dunkler als die Farbe im nassen Zustand.
2. Die Mikrostruktur	»Braune Mullstoffe« (d. h. ausgeflockte Humuskolloiden u. s. w.) nicht vorhanden. Koprogene Bildungen von grösster Bedeutung, ebenso Skeletteile mikroskopischer Organismen.	»Braune Mullstoffe« den Hauptbestandteil ausmachend. Skeletteile mikroskopischer Organismen von geringerer Bedeutung. Koprogene Bildungen bisweilen gegen gröbere pflanzl. Gewebefragmente zurücktretend.
3. Im Verhältnis zu Alkalien.	Das Extrakt völlig oder einigermassen farblos.	Das Extrakt bis zu dunkelbraun gefärbt.

Es ergibt sich aus der mitgeteilten Übersicht ohne weiteres, dass die Ablagerung einer Gytjtja in ihrer ganz typischen Form nur in nährstoffreicheren Seen zustande kommt, also in Gebieten, wo auch der Planktonproduktion als Sedimentbildner eine grössere Bedeutung zukommt. Die Gytjtja ist eine typisch limno-autochthone Bildung. Der Dy hingegen findet sich in ihrer ganz typischen Form nur in den nährstoffarmen Mooregebieten, wo die Seen überhaupt in allen Hinsichten ein entschiedenes Produktionsminimum darstellen und wo die Planktonproduktion keine grössere Rolle als Sedimentbildner spielt, vielmehr in dieser Hinsicht oft ganz und gar von den ausgeflockten Humuskolloiden und derartigen Substanzen übertroffen wird. Der Dy ist somit eine typisch limno-allochthone Bildung: die Urmaterialien sind nicht im See produziert, sondern sind von den Umgebungen dorthin transportiert.

Zwischen den Extremen der gytjtja- bzw. dybildenden Seen findet sich aber eine lange Reihe von Übergangsstadien. Da die Gytjtja in deren ganz typischer Form sich nur in den hochproduktiven Seen findet, so ist sie deshalb auch in den kleineren Seen unserer kalkarmen Urgebirge in ihrer typischen Form überhaupt nicht vertreten. Vielmehr zeigt sie sich dort immer mehr oder minder ausgeprägt mit Dy, d. h. den braunen, unzersetzten Humusstoffen, beigemischt. Es nimmt dies auch mit zunehmender Gelb- bzw. Braunfärbung des Wassers zu, weshalb wir tatsächlich auch in den dunklesten unserer Humusgewässer eine typische Dybildung finden. Im allgemeinen tritt aber in den kleineren Urgebirgsseen, welche Gegenstand der hier mitgeteilten Untersuchungen sind, eine ausgesprochene Dygytjtja auf.

Die Urmaterialien der Gytjtja- und Dybildungen sind ja chemisch durchaus verschieden; vergl. die Tabelle S. 131 ebensowie betreffs chemischer Einzelheiten die Zusammenstellung bei H. POTONIÉ l. c. 1908, s. 119—121. Auch sind die Bildungsbedingungen ganz verschiedenartig: in dem einen Falle (Gytjtja) eine lebhaft — oft anaerobe, zum grossen Teil bakterielle — Zersetzung der sehr fäulnisfähigen organischen Substanz, in dem anderen hingegen (Dy) der Hauptsache nach eine Auflagerung der ausgeflockten Humuskolloiden — ob unter aeroben oder anaeroben Bedingungen dürfte in Anbetracht deren Schwerzersetzlichkeit so ziemlich gleichgültig sein. Aus diesen ganz verschiedenartigen Vorbedingungen ergibt sich auch, dass in dem einen Falle (Gytjtja) eine nährstoffreichere, in dem anderen (Dy) eine ausgesprochen nährstoffarme Ablagerung vorliegt. Hiervon ist die Produktionshöhe der Bodenfauna in erster Hand abhängig, woraus so in weitestem Mass die Fischproduktion begrenzt wird. Die Bodenablagerungen sind somit aufs innigste mit dem Gesamtleben des Wassers in grösster Ausstreckung verknüpft und zeigen sich in auffallender Weise als ein Indikator der allgemeinen Produktionshöhe verwertbar. Es handelt sich somit hier um weit mehr allgemeine Fragen der Seenkunde als z. B. in der ziemlich einseitigen Planktologie, der nicht desto weniger stets von Seite der Limnologen ein weit regeres Interesse als den Schlammstudien zugekommen ist.

Kehren wir jetzt nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen zu der Frage nach der näheren Untersuchungstechnik der Schlammstudien zurück; nach der im Vorigen gegebenen Übersicht ergibt sich nur, ob die Ablagerungen als Gytjtja oder Dy zu charakterisieren sind. Über verschiedene Unterarten derselben wird aber jetzt die Frage.

I. Die gröbere Struktur.

Die Untersuchung betrifft hier alle gröberen Bildungen, wie pflanzliche Gewebefragmente, Kotballen u. s. w. Ein Teil derselben ist uns schon aus den Siebresten bekannt. Diese werden auch zuerst einer genaueren mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Um weiter eine übersichtliche Darstellung derselben zu ermöglichen, werden sie auch in natürlicher Grösse photographiert, entweder auf Objektträgern montiert oder auch in Glasschalen mit ein wenig Wasser verteilt. Die Aufnahme geschieht zweckmässig in durchfallendem Licht und zwar ganz einfach dadurch, dass die Präparate auf ein Gaslichtpapier gestellt werden und danach von oben mit einer elektrischen Metalldrahtlampe (mit abgedämpftem Seitenlicht) belichtet werden. Somit das Prinzip der »Schattenbilder« nach P. LINDNER und andern; aber in deren aller einfachster Anwendung: das Licht ist ja hier gar nicht parallelisiert sondern so ziemlich diffus. Es zeigt indessen die Schärfe der hier (Tafel 1) reproduzierten Bilder, dass man, auch wenn es sich um kleinere Gegenstände handelt, ziemlich weit mit einer gewöhnlichen diffusen Lichtquelle kommen kann. Das wirkliche Parallellicht (vergl. P. LINDNER, l. c. 1914) ist jedenfalls sehr oft ganz und gar zu entbehren. Das dies für die weitere Verwertung der Schattenbilder in der biologischen Untersuchungstechnik nicht ohne Bedeutung ist, liegt auf der Hand.

Gehen wir danach zur Untersuchung der Lotbecherproben über. Die Untersuchung auf deren gröbere Bestandteile wird auch hier stets mit einer mikrophotographischen Darstellung kombiniert: und zwar erfolgt in diesem Falle stets die mikrophotographische Aufnahme auf einem Gaslichtpapier und bei einer Vergrösserung von 25 mal (in der Reproduktion = 20); über technische Fragen vergl. E. NAUMANN, l. c. 1915: a. Es werden hierbei stets zwei parallel laufende Probenreihen in Arbeit genommen: einerseits die Ablagerung selbst ohne irgend eine Vorbehandlung (»o. V.«), anderseits ein abgeschlammtes Präparat, wo nur die gröberen Bildungen zurück geblieben sind.¹ Das Photographieren wird auch in natürlicher Grösse und zwar nach derselben Anordnung wie die schon früher betreffs Siebreste besprochene durchgeführt. Die Abschlammung des feineren Detritus erfolgt einfach durch mehrmaliges Auswaschen und unvollständiges Sedimentieren eines kleinen Teiles der Probe in einem kurzen Zylinder. Von Schlammresten sind etwa die folgenden Typen zu unterscheiden; vergl. auch den Zusammenhang zwischen Sieb- und Schlammrest, S. 127—129 bzw. S. 134.

¹ Selbstverständlich könnte man hier auch eine rein quantitative Analysmethode begründen. Es scheint indessen dem Verfasser, als leistete schon die hier vorgeschlagene mikrophotographische Darstellungsmethode einen ganz hinreichenden Überblick über diese Verhältnisse. Sie arbeitet dazu viel schneller und gibt eine unter allen Verhältnissen weit übersichtlichere Darstellung, als dies eine rein quantitative Analyse ermöglichen kann. Das Photographieren bezweckt somit hier nicht nur das Darstellen von Illustrationsmaterial; es ist vielmehr hier die Frage um die Photographie als eine wissenschaftliche Methode, also — um mit P. LINDNER zu sprechen — um »Aufnahmen geradezu als urkundliche Belege«. — Rein quantitative Methoden sind auf diesem Gebiet in der Limnologie überhaupt nur sehr selten gebraucht (vergl. doch die zahlreichen Arbeiten von K. HÜLSEN), in der Ozeanographie aber viel häufiger; vergl. z. B. die betreffenden in dem Literaturverzeichnis angeführten Autoren.

Schlammreste litoral Ablagerungen.

Von den Bildungen biogener Art sind hier im allgemeinen die koprogenen nur von einer geringfügigen Bedeutung. Eine weit grössere Rolle spielen hier die kleineren Pflanzenfragmente, die im allgemeinen zusammen mit Bildungen minerogener Art einen ausgeprägt gemischten Schlammrest darstellen. In manchen nährstoffreicheren Gewässern kommen dazu noch die Elemente organogener Kalkablagerungen.

Schlammreste pelagischer Ablagerungen.

Es sind hier die koprogenen Bildungen im allgemeinen ganz vorherrschend; und zwar in folgenden Formen.

- a) Die röhrenförmigen Gehäuser der *Chironomiden*, von kleineren Kotballen aufgebaut.
- b) Fragmente der erstgenannten, einen grobballigen Typus darstellend.
- c) Die Kotballen selbst.

Es liegt auf der Hand, dass gerade dieselben Formen z. T. schon aus den Siebresten (vergl. dort) bekannt geworden sind. Die Schlammung gibt aber dazu auch eine nähere Kenntnis derartiger Bildungen, die wegen ihrer Grössenverhältnisse aus dem Siebrest nicht zu ermitteln sind. Die häufigsten dieser Formen machen sich indessen auch für die Struktur der Ablagerungen selbst — also wenn weder gesiebt noch geschlämmt, das o. V.-Präparat — in wechselnder Ausstreckung geltend. Sind sie vorherrschend, dann zeigt die Bildung eine grobe Struktur; sind sie selten, dann ist auch die Struktur eine feinere.

Charakteristisch für die Wasserschlamm überhaupt ist stets die mehr oder minder reichliche Beimischung »koprogener« Bildungen kleinballiger Art. Es gibt somit unter den pelagisch gebildeten Ablagerungen sowohl eine koprogene Gytta wie ein koprogener Dy: denn die Bezeichnung »koprogen« deutet nur auf die Formgebung des der Hauptsache nach fytogenen Urmaterials durch die Wirksamkeit der Bodenfauna hin. Mit Rücksicht auf das allgemeine Aussehen der koprogenen Bildungen ergibt sich aber ein sehr beträchtlicher Unterschied zwischen den kalkreicheren Gewässern bzw. denjenigen der kalkarmen Urgebirgsgegenden. In den Seen des erstgenannten Typus sind sie nämlich im allgemeinen zu Farbe grau und zeichnen sich jedenfalls stets durch eine sehr lockere Struktur aus. In den Urgebirgsseen hingegen geht die Farbe z. T. auch in den grösseren und »farblosen« Seen ins Braun der unzersetzten Humusstoffe über und die Konsistenz wird fester. Mit zunehmender Braunfärbung des Wassers prägen sich diese Verhältnisse immer mehr aus, wahrscheinlich auch dadurch, dass eine nachträgliche Adsorption von Eisen- und Humusverbindungen hier zustande kommt. In den typischen Humusgewässern treffen wir somit stets sehr fest gebaute Kotballen von einer intensiv rotbraunen, bis zu fast schwarzen Farbe. Im Gegensatz zu den Verhältnissen in den Seen kalkreicherer Gebiete können wir somit hier von einem sehr auf-

fallenden Prozess der »Resistentifiierung« sprechen: Der einmal durch die Wirksamkeit der Bodenfauna, die sich in diesen Gewässern in einem ausgesprochenen Produktionsminimum befindet, geformte Detritus kehrt hier nicht zu seinem Ursprungszustand, dem losen Detritus zurück — vielmehr verläuft der gesamte Prozess hier auffallend einseitig. Es ergibt sich hieraus die auch fischereibiologisch sehr wichtige Tatsache, dass ein direkter Zusammenhang zwischen Produktionshöhe der Bodenfauna bezw. Gehalt an Kotballen der Schlammablagerungen in derartigen Gewässern nicht vorliegen kann. Zu den Verhältnissen in den kalk- bezw. überhaupt nahrungsreicheren Seen steht dies in einem sehr ausgesprochenen Gegensatz.

Die näheren Verhältnissen der Bodenfauna werden uns im folgenden nicht weiter beschäftigen; der Hinweis auf ihre sonderbar geringfügige Produktionshöhe in unseren kleineren Urgebirgsgewässern muss als das prinzipiell bedeutungsvolle hier begnügen. Nicht desto weniger werden wir den verschiedenen Formen der koprogenen Bildungen eine grosse Aufmerksamkeit zum Teil kommen lassen — teils deshalb, weil sie für die Physiognomie der Schlammproben oft von grösster Bedeutung sind, teils aber auch deshalb, weil wir der Ansicht sind, dass derartige Bildungen auch geologisch ein grosses Interesse beanspruchen können. So z. B. für die Frage nach der Genesis der See-Erze — ein noch ganz und gar unklares Problem, dessen ausführliches Behandeln indessen vom Verfasser erst in einer anderen Publikation aber baldigst stattfinden soll. — Die wechselnde Physiognomie der Wasserschlammmarten ergibt sich am besten durch Hinweis auf geeignete Mikrophotographien. Derartige sind in den Textabbildungen 3—10 und 13—21 gegeben. Sie zeigen sämtliche eine mikrophotographische Darstellung der Schlammproben bei einer Vergrösserung von 20 mal und zwar einerseits den Schlamm ohne weitere Vorbehandlung (»o. V.«), anderseits aber auch Schlammproben (»Schl.«) davon. Im einzelnen ist folgendes zu bemerken:

Abb. 3—4. Dygyttja der pelagischen Region des Sees Stråken bei Aneboda, teils o. V., teils geschlämmt. Die Struktur ist nicht besonders grob, die Beimischung von Ballen doch auffällig; vergl. Abb. 3. Der Schlammrest (Abb. 4) ist ausschliesslich von typischen Kotballen bezw. Röhrenfragmenten (welche den Hauptbestandteil ausmachen) aufgebaut. — Eine nach unseren obigen Auseinandersetzungen ziemlich typische Ablagerung der pelagischen Region unserer Urgebirgsgewässer.

Abb. 5—6. Dygyttja der pelagischen Region des Sees Förhultsjön (in der Nähe von Aneboda), teils o. V. (Abb. 5), teils geschlämmt (Abb. 6). Die Struktur ist hier sehr grob, da Klein- und Gross-Ballen (bezw. auch Röhrenfragmente) schon die o. V.-Probe durchaus dominieren. Die Schlammprobe zeigt sich von Ballen verschiedener Grösse aufgebaut. Von diesen sind in diesem Falle die groben Röhrenfragmente, die kleineren stellen aber die koprogenen Bildungen selbst dar. Überhaupt können diese Bildungen, deren Grössen bisweilen in einander greifen, schon aus der Form unterschieden werden: die etwas unregelmässigen sind Röhrenfragmente (mehr oder minder kollabiert), wohingegen die Kotballen stets regelmässig oval bis zylindrisch erscheinen.

Abb. 7. Schlammrest einer etwas mehr litoralen Ablagerung desselben Sees. Unterscheidet sich schon beim ersten Anblick von der pelagischen Ablagerung durch die reichliche Beimischung rein minerogener Bestandteile. Der Lotpunkt stellt aber (man

vergl. die reichliche Beimischung von Kotballen) hier einen Übergang zu der pelagischen Region dar.

Abb. 8—9. Dygyttja der pelagischen Region des Sees Grissjön in der Nähe von Aneboda. Ausgesprochene Ballenstruktur: der Unterschied zwischen o. V.- und Schl.-Probe ist wegen des unbedeutenden Gehaltes des Schlammes an feinerem Detritus ziemlich geringfügig. — Fast ein Maximum der Resistentifizierung, um so mehr, dass hier — was in den hier reproduzierten Bildern sonst nicht der Fall war — die o. V.-Probe nicht die Oberflächendygyttja darstellt, sondern viel mehr die mittelst des kleinen Lotbechers aufgehohlte Probe der tieferen Ablagerung darstellt. Tatsächlich ist die oberflächliche Dygyttja noch mehr ausgeprägt in harten, rotbraunen Ballen konzentriert. Somit zeigt sich hier überhaupt ein in Anbetracht der geringen Produktionshöhe der Bodenfauna ganz besonders auffallendes Maximum des Prozesses der Resistentifizierung.

Abb. 10. Schlämmrest einer etwas mehr litoralen Dygyttja desselben Sees. Die Ballen sind hier durchweg kleiner und die Beimischung der minerogenen Bestandteile auffallend.

Abb. 13. Schlämmrest des Schlammes der pelagischen Region des Sees Kalfven in der Nähe von Aneboda. Es sind hier in erster Hand die gröberen pflanzlichen Gewebefragmente charakterisierend; die Ballen sind aber von geringer Bedeutung. — Das betreff. Gewässer zeigt ein tiefbraunes Wasser, ist sehr seicht (ca. 1 m) und in ausgesprochener Verlandung einbegriffen. Dy, keine Dygyttja. Eine wirklich pelagische Dyablagerung ist hier nicht vorhanden — vielmehr zeigt die Bildung einen auffallend litoralen Charakter. — Eine in verlandenden Kleinseen dieses Typus sehr häufige Schlammstruktur.

Abb. 14. Schlämmrest einer gewissermassen gleichartigen Bildung des Sees Paskalampa (Kloten-Gebiet). Die pelagisch gebildete Dyablagerung wird aber hier in erster Hand durch verschiedene Sphagnum-Fragmente charakterisiert. — Ein in den kleinen sterilen Sphagnum-Seen der Hochmoore wahrscheinlich überhaupt sehr allgemeiner Typus.

Abb. 15—16. Dygyttja der pelagischen Region des Sees Barken in der Nähe von Aneboda, o. V. bzw. geschlämmt. Die Ballen sind auffallend klein; sonst eine ziemlich typische Ablagerung der pelagischen Region unserer kleineren Urgebirgsgewässer.

Abb. 17. Schlämmrest des sehr ausgesprochenen Dy des Sees Frejen in der Nähe von Aneboda. Es dominieren hier die pflanzl. Gewebefragmente; die Ballen sind von geringerer Bedeutung. Obgleich eine pelagische Ablagerung somit wie Kalfven z. T. eines auffallend litoralen Charakters. Der See befindet sich aber in einem ausgesprochen dybildendem Stadium bzw. z. T. auch Verlandung. Vergl. auch unter den Abb. 13—14.

Abb. 18—19. Dygyttja der pelagischen Region des Sees Hisshultsjön in der Nähe von Aneboda, o. V. bzw. geschlämmt. Vergl. unter den Abb. 15—16.

Abb. 20. Schlämmrest der Dygyttja der pelagischen Region des Sees Norra Skärsjön in der Nähe von Aneboda. Von den koprogenen Bildungen im Gesichtsfeld verschiedene Grössenstufen: eine kleinere Röhre, ein Fragment davon (Grobballen) und Kotballen.

Abb. 21. Schlämmrest der Dygyttja der pelagischen Region des Sees Södra Skär-sjön in der Nähe von Aneboda. Die Beimischung minerogener Bestandteile ist hier auffallend, was sich aber hier aus der geringen Grösse des vom Abfluss des N. Skär-sjöns durchgefluteten Sees ohne Weiteres erklärt.

Bei Besprechung dieser Abbildungen ist den dort dargestellten koprogenen Bildungen ein besonderes Interesse gewidmet. Es scheint dies auch berechtigt in Anbetracht der bisherigen sehr lückenhaften Kenntnisse dieser Fragen. Was die Herkunft der ballenförmigen Bildungen betrifft, so sind sie zum überwiegenden Teil gewissermassen exkrementeller Natur. Derartige Bildungen sind früher etwas näher von Sv. EKMAN unter Anwendung von Material aus dem Wetternsjöen studiert und von ihm z. T. auch als *Oligochaeten*-Exkremente direkt erwiesen. Eine von Sv. EKMAN (l. c. 1915) gegebene mikrophotographische (?) Darstellung dieser Bildungen ist in der hier vorliegenden Arbeit schematisch reproduziert, aber bei derselben Vergrösserung, womit hier sonst durchweg gearbeitet wird, also eine 20-malige. Es ergibt sich beim Vergleichen der Abbildungen 3—10, 13—21 mit der nach Sv. EKMAN reproduzierten Fig. 11, dass die Grössenverhältnisse, jedenfalls was die gröberen Ballen anbetrifft, der Hauptsache nach ziemlich übereinstimmend sind. Meiner Ansicht nach dürften indessen auch die *Chironomiden*, und zwar z. T. auch in noch grösserer Ausstreckung als die *Oligochaeten*, als Ballenproduzenten in Frage kommen.

Es zeigen indessen unsere Bilder auch eine ganze Fülle kleinerer Ballentypen. Sie dürften gewiss der Hauptsache nach von der Wirksamkeit der kleineren Fauna herühren; und teils sowohl der Boden- wie aber auch der pelagisch lebenden Formen. Als Begründung dieser Auffassung lässt sich einerseits anführen, dass die kleineren Ballen tatsächlich in Richtung gegen die Litoralregion in Zahlreichkeit zunehmen (vergl. die Abb. 9—10), wo auch die kleinere Fauna überhaupt (besonders *Entomostracéen*) zunimmt und wo sich die Sedimentierungsmöglichkeiten von Ballen aus der pelagischen Region selbstverständlich viel günstiger als rein pelagisch gestalten müssen. Dazu zeigen auch viele dieser Kleinballen eine Grösse, die in auffallender Ausstreckung der Darmkapazität der planktonischen *Entomostracéen* nahe kommt. Vergl. übrigens hierzu auch die Textabbildung 12, die eine schematische Darstellung der Darmkapazität (vergl. E. NAUMANN l. c. 1916: b) der *Entomostracéen* gibt. Diese Möglichkeit einer Sedimentation koprogener Bildungen vom Plankton her scheint bis jetzt vom Standpunkt der Limnologie noch niemals in Frage gezogen; über die ozeanographische Bedeutung derselben vergl. man LOHMANN. — Nebst den typischen exkrementellen Bildungen dürfte es indessen aber auch mehr oder minder ähnelnde geben können, die in rein chemischer Weise, durch verschiedene Adsorptionsvorgänge u. s. w. entstehen können. Sichere Haltepunkte in dieser Richtung mangeln indessen noch völlig; dass es aber grössere Ballenbildungen gibt, die ohne weiteres von den durch eine stattgefundene Adsorption aus Eisen u. s. w. veränderten Röhrenfragmenten herrühren, ist vom Verfasser mit Sicherheit nachgewiesen.

II. Die feinere Struktur der Ablagerungen.

Die Untersuchung bezweckt hier die nähere Auseinandersetzung der Frage, inwieweit sich die verschiedenen sedimentbildenden Faktoren sich für die feinere Struktur der Ablagerung zur Geltung machen. Es kommt hier auch vor allem auf die Frage nach der Bedeutung der mikroskopischen Organismenwelt an.

Schon 1862 hat HAMPUS VON POST mit Nachdruck hervorgehoben, dass sich derartige Sedimente ganz allgemein und in ziemlich grosser Ausstreckung beim Aufbau des Schlammes beteiligen. Er nennt dazu verschiedene Beispiele; dass er dabei in erster Hand hauptsächlich Litoralformen berücksichtigt, liegt auf der Hand; der Begriff des Planktons existierte doch zu dieser Zeit noch nicht. Nach H. v. POST hat TRYBOM eine ganze Reihe sorgfältige Bodenstudien durchgeführt und dabei vor allem die Rolle der planktonischen Sedimente einer näheren Analyse unterzogen. Später hat besonders WESENBERG-LUND (1901) ebenso wie vor allem — hauptsächlich doch von geologischen Gesichtspunkten aus — POTONIÉ l. c. 1908 hiermit gearbeitet. Vergl. übrigens das Literaturverzeichnis unter CASPARI, F. A. FOREL, FRÜH und SCHRÖTER, KOLKWITZ 1911 a, P. SCHIEMENZ.

Was die mikrotechnischen Voraussetzungen dieser Untersuchungen betrifft, so sind sie bis jetzt auf dem Gebiet der Limnologie nur sehr wenig durchgeführt. Im allgemeinen scheint man sich auf die mikroskopische Prüfung einer Pipettenprobe begrenzt zu haben. Nach den Erfahrungen des Verfassers können indessen hierbei sehr oft spezielle Strukturelemente fast grundlegender Bedeutung gänzlich vermisst werden. Um dies zu beseitigen hat der Verfasser deshalb den Weg eingeschlagen, bei allen Untersuchungen dieser Art, stets mit drei Präparatentypen parallel zu arbeiten und dabei jeden für seinen ganz bestimmten Zweck zu verwerten; und zwar nach dem folgenden Schema:

a) Eine gewöhnliche Pipettenprobe, ein »nasses« Präparat, zum Nachweisen der gröberen Struktur und dazu für Untersuchungen über Kitinreste, Pollenkörner, minerogene Bildungen und derartiges als Sedimentbildner.

b) Ein Trockenpräparat, Ausstrich, zum Nachweisen der fein strukturierten Reste von *Mallomonas* und anderen Organismen, die in den Gewässern des Urgebirges bisweilen von grösster Bedeutung sind.

c) Ein mit Kanadabalsam nachbehandeltes Trockenpräparat — hauptsächlich zum Nachweisen von *Diatoméen* und der für die Urgebirgsgewässer im allgemeinen sehr charakteristischen *Chrysomonaden*-Sporen bestimmt.

Die Untersuchung wird hierbei in erforderlicher Ausstreckung mit einer mikrophotographischen Darstellung kombiniert. Da sie im allgemeinen mit ziemlich hohen Vergrösserungen arbeiten muss, könnte hierfür leider nicht eine Papiermethode sondern nur die gewöhnliche Plattenmethode in Frage kommen.

Die Ablagerungen der pelagischen Region sind genetisch in zwei grosse Gruppen einzuordnen: die limnoautochthonen bzw. die limnoallochthonen Sedimente. Von diesen sind die erstgenannten im See selbst gebildet, die anderen rühren aber von der Umgebung her. Sie sind entweder organogener oder minerogener Art; die letztgenannten sind

für unsere kleineren Seen ohne Bedeutung. Die limnoautochthon organogenen Bildungen sind weiter in als solche nachweisbare plankto- bzw. litorigene Sedimente einzuteilen. Dazu kommt noch der ganz unbestimmbare organische Detritus,¹ das organische Peritripton nach J. WILHELM — entweder als autochthon von Plankton bzw. litoralen Formationen herrührend oder auch einer allochthonen Herkunft. Es liegt auf der Hand, dass die reine Planktonablagerung nur dort entstehen kann, wo das Plankton in einer entschiedenen Hochproduktion sich entfaltet, bzw. wo Sedimente anderer Natur nur eine geringfügige Rolle spielen. Somit finden wir die reine Planktongyttja in den planktonreichen Seen nahrungsreicherer Gegenden, während in unseren Urgebirgsgewässern mit deren geringer Planktonproduktion aber oft sehr reichlichem Zuschuss an verschiedenen Humuskolloiden ein mehr oder weniger ausgesprochen brauner Detritusschlamm und zwar allochthoner Art überwiegt. — Er ist aber allerdings durch verschiedene Sedimente planktogener oder sonst limnoautochthoner Natur oft sehr ausgesprochen charakterisiert. Auf Grund dieser allgemeinen Gesichtspunkte dürfte somit die folgende Übersicht der Ablagerungen der pelagischen Region aufgestellt werden können.

Die Schlammlagerungen unter der pelagischen Region.

I. Nährstoffreichere Seen.

Die Farbe der Ablagerung ist im allgemeinen grau. — Gehalt an lebenden, morphologisch bestimmbaren Mikroorganismen oft beträchtlich. — Bodenfauna im allgemeinen reichlich.

Limnoautochthone Sedimente.

I. Resistenter.

1. Planktogene Sedimente.

Wenn durchaus herrschend tritt eine typische Planktongyttja auf; und zwar in den folgenden Typen.

A. Zooplanktogener Art.

Die Kitingyttja, aus den Schalen der *Cladoceren* gebildet. — Nach WESENBERG-LUND von ihm zuerst 1901 beschrieben, jedoch schon im Jahre 1892 von FOREL als »*Boue à entomostracés*» bekannt gemacht. Vergl. übrigens P. SCHIEMENZ 1903, H. POTONIÉ 1908, R. KOLKWITZ 1911 a.

B. Fytoplanktogener Art.

a) Die Diatomeengyttja mit den Leitformen *Melosira*, *Stephanodiscus*. Vergl. WESENBERG-LUND 1901.

¹ Wenn in dieser Abhandlung kurz über »Detritus» gesprochen wird, so ist hierunter nur der durchaus näher unbestimmbare Detritus organischer Herkunft zu verstehen.

b) Die *Myxophyceengyttja*. Eine schwarze Ablagerung, durch lebhaft Reduktionsprozesse charakterisiert. — Dürfte bei Massenproduktion der verschiedensten *Myxophycéen* entstehen können. — Vergl. z. B. die Mitteilungen KOLKWITZ' über die Schlammverhältnisse des Lietzensees, l. c. 1909, 1914. — WESENBERG-LUND schreibt *Cyanophyceengyttja* und nennt als Schlammbildner vor allem *Microcystis*.

2. Litorigene Sedimente.

Sind u. a. für die Entstehung der organogenen Kalkablagerungen von Bedeutung. — Größere Gewebefragmente von Pflanzen u. s. w.

II. Peritriptogene Sedimente organischer Herkunft.

Hierunter werden alle derartigen Bildungen angeführt, deren Herkunft nicht näher mikroskopisch zu ermitteln ist: der am feinsten zerkleinerte organische Detritus oder das kleinste des Organotriptions nach I. WILHELM. — Diese Bildungen sind z. T. von dem wenig resistenten Planktonformen herzuleiten, sind aber dazu auch litorigener Herkunft. — Die Detritusgyttja, gewiss ein sehr allgemeiner Typus, wenn auch mehrenteils in Kombination mit den oben angeführten Formen.

Limnoallochthone Sedimente.

Hierher z. T. Bildungen minerogener Art; weiter Pollenkörner verschiedener Waldbäume u. s. w. — Auch Planktonproduktionen anderer Seen, durch Bäche und Flüsse weggeschwemmt; vergl. WESENBERG-LUND l. c. 1901, S. 166.

II. Nährstoffarme Seen.

Die Farbe der Ablagerung ist hier niemals rein grau sondern immer mehr oder minder braun.¹ — Gehalt an lebenden, morphologisch bestimmbaren Mikroorganismen sehr gering. — Bodenfauna arm.

Im Gegensatz zu dem vorigen Typus sind hier die limnoautochthonen Bildungen von einer geringeren Bedeutung. Vielmehr dominieren hier die limnoallochthonen Sedimente; und zwar in der Form des feinen braunen Detritus, der einmal mehr oder wenig kolloidal von der torfigen Umgebung ausgeschwemmt, später unter der ganzen Wasseroberfläche der Seen ausgeflockt bzw. sedimentiert wird. Rein planktogene Ablagerungen treten somit hier nicht auf, ebensowenig wie es sich hier um eine wirkliche Gyttja handelt. Vielmehr handelt es sich hier im allgemeinen um eine Dygyttja, wo z. B. die planktogenen Sedimente mehr als Leitformen als eigentliche Aufbau der Bildungen anzusehen sind. In Extremen treten alle andere sedimentbil-

¹ Die braune Farbe rührt im allgemeinen von den Humusstoffen her. Dazu machen sich aber auch Ferriverbindungen in grösster Ausstreckung als Imprägnation des feinen Detritus, der Kotballen und der Gewebefragmente geltend. Es ist dies für die untersuchten Gewässer von ganz allgemeiner Gültigkeit, was durch eine grosse Reihe auch mikrochemischer Analysen (Berlinerblaureaktion nach MOLISCH 1892, 1913) nachgewiesen ist.

denden Faktoren gegen die ausgeflockten Humuskolloiden zurück und es entsteht eine ausgeprägte Dy-Bildung. Vergl. hierzu die tabellarische Darstellung S. 131. Wie die verschiedenartigen Sedimentfaktoren sich hier in Details geltend machen, ist aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich.

Limnoautochthone Sedimente.

I. Resistenter.

1. Planktogene Sedimente.

1. Zooplanktogener Art.

Kitinschalen der *Cladoceren*.

2. Fytoplanktogener Art.

Es kommen hiervon besonders die folgenden Bildungen in Betracht:

- a) Schalen von Diatomeen wie *Asterionella*, *Cyclotella*, *Tabellaria*.
- b) Kiesel-Sporen von *Chrysomonaden* wie *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Uroglena*.
- c) Skelettnadeln bzw. -Platten von *Mallomonas*.
- d) *Botryococcus*-Kolonien.

2. Litorigene Sedimente.

Der Hauptsache nach *Diatoméen*, Gewebefragmente.

II. Peritriptogene Sedimente organischer Herkunft.

Vergl. unter I: II.

Limnoallochthone Sedimente.

Sie sind hier, wie schon einleitend hervorgehoben, von grösster Bedeutung — und zwar deshalb, weil der braune Detritus die Hauptmasse der Ablagerungen darstellt. — Dazu noch Pollenkörner von Kiefern u. s. w.

Mit dieser zusammenfassenden Übersicht mag die allgemeine Einführung in die Voraussetzungen der folgenden Untersuchungen bzw. der Schlammkunde überhaupt abgeschlossen werden. In Anbetracht des gänzlichen Fehlens einer Darstellung wie die letztgenannte in der limnologischen Literatur überhaupt habe ich hier das Referat auch in methodologischer Richtung mit Absicht etwas ausführlich gestaltet. Zweck des speziellen Teiles wird es besonders zu zeigen, wie in den untersuchten Fällen die verschiedenartigen Schlammstrukturen von den vorhandenen Planktontypen u. s. w. abhängen und wie diese letztgenannten als ein Ausdruck der allgemeinen Produktionsbedingungen der betreffenden Gegenden betrachtet werden können. Wir müssen uns hier weit kürzer fassen und werden uns bemühen, nur das allgemein interessante herauszugreifen. Die speziellen Belege finden sich im schwedischen Text und können hier nicht von neuem

angeführt werden. Hoffentlich werden indessen die beigelegten Mikrophotographien auch in dieser Beziehung unserer Darstellung ein gewisses Relief geben und die wörtliche Auseinandersetzung nicht nur illustrieren sondern z. T. auch mehr oder minder ersetzen können.

Spezieller Teil.

I. Das Kloten-Gebiet.

Die Landschaft zeigt ein für die kalkarmen süd- und mittelschwedischen Urgebirgsgegenden charakteristisches Bild: es bedeckt ein Wald aus Birken oder Nadelbäumen den mit Steinen überstreuten Moränboden, hie und wo von grösseren oder kleineren Seen und oft gewaltigen Mooren abgebrochen. Geologisch handelt es sich hier um ein ausgeprägtes Granitgebiet mit eingesprengtem Gneis; vergl. SANTESSON 1883. Das kultivierte Land ist ganz und gar ohne Bedeutung.

Das Gebiet nimmt die geographische Lage von $59^{\circ} 53'$ — $59^{\circ} 55'$ n. Br. und $15^{\circ} 15'$ ö. Br. Gr. ein. Die Höhe über die Meeresfläche beträgt ca. 300 m. Die meteorologische Daten sind nach HAMBERG (l. c. 1899) etwa die folgenden: jährliche Mitteltemperatur = $+ 4$ à $+ 3^{\circ}$ C.; Mitteltemperatur für Juli $+ 15$ à $+ 16^{\circ}$ C., für Januar $- 5$ à $- 6^{\circ}$ C., jährlicher Niederschlag = 600 à 650 mm. Die Seen werden mit Eis um den 15. bis 20. November bedeckt; Eisgang um den 1. und 10. Mai.

Die Untersuchungen beziehen sich hier hauptsächlich auf einige kleinere Wald-Moorseen, die sämtlich von flutenden *Sphagnum*-Watten mehr oder minder vollständig umgeben sind. Als Vergleich dazu ein Kleinsee ganz ohne *Sphagnum* und mit steinigem Ufern: Säfvenästjärn. Die Fläche des grössten Sees beträgt hier kaum $\frac{1}{10}$ kvkm. Planktonproben sind zu verschiedenen Jahreszeiten in einer zusammenhängenden Reihe von Juli 1913 bis August 1914 genommen. Über den Gang der Temperatur des Oberflächenwassers gibt die Zusammenstellung S. 56 in dem schwedischen Text nähere Auskünfte.

Allgemeine Charakteristik der Planktonproduktion der untersuchten Gewässer.

Die Produktion ist stets eine sehr spärliche und macht sich niemals für die Wasserfarbe geltend. Wenn eine Wasserblüte (und zwar aus *Anabaena flos-aquae*) überhaupt zu Stande kommt, ist sie ebenso unbedeutend wie auch von kürzester Dauer. Das Zooplankton dominiert fast immer über das Fyttoplankton, und während beträchtlicher Perioden im Leben des Wassers findet sich überhaupt gar keine mit dem Netz nachweisbare pelagische Pflanzenwelt. Zentrifugenproben bzw. eine ganze Reihe so vielseitig wie möglich durchgeführter Darmuntersuchungen haben gezeigt, dass auch das Nannoplankton im grossen und ganzen nur kümmerlich in diesen Gewässern entwickelt ist. Sedimentbildende Nannoplanktonen (bes. *Cyclotella*) fehlen in den typischen *Sphagnum*-Seen völlig. Der rotbraune Detritus (d. h. die ausgeflockten Humuskolloiden) allgemein im Seston des Wassers vorhanden.

Die Jahresproduktion an Fytoplankton zeigt weiter eine ganz erstaunliche qualitative Armut und eine mit grösster Schärfe durchgeführte Spezialisierung. Es sind überhaupt nur die folgenden Formen vorhanden, die in der speziellen Darstellung der Kürze halber immer, wenn es sich nicht um mehrere Spezies derselben Gattung handelt, stets nur mit dem Genusnamen belegt werden. *Anabæna flos-aquæ* (LYNGB.) BRÉB., *Botryococcus Braunii* KÜTZ., *Ceratium curvirostre* HUITFELDT-KAAS, *C. hirundinella* O. F. M., *Dinobryon bavaricum* IMH., *D. cylindricum* IMH., *Mallomonas caudata* IW., *Peridinium Willei* HUITFELDT-KAAS, *Sphærocystis Schroeteri* CHODAT und *Stichoglæa lacustris* CHODAT. — *Uroglena volvox* EHBG. erreicht im Spätsommer oft eine Produktion auf 1 à 2 Kolonien pro Kbcm; die *Uroglena* lässt sich indessen sonst aus den Formalinproben nur schlecht nachweisen. Es ist dies eine für derartige Gewässer beträchtliche Produktion. Sie könnte auch ohne weiteres unter Anwendung der KOLKWITZ'schen Kbcm-Kammer festgestellt werden. Dies ist aber auch in Anbetracht der geringfügigen Produktion dieser Gewässer überhaupt fast der einzelne Fall, wo die betreffende Methode hier eine Anwendung finden könnte.

In den einzelnen Gewässern gestaltet sich die jährliche Planktonproduktion in folgender Weise.

Hemtjärn. Höchste Tiefe 4 à 5 m. Ufer nur teilweise von *Sphagnum* gebildet. Wasser ziemlich farblos. Ausgesprochene Frühlings- und Herbstassoziationen des Fytoplanktons fehlen. Im sommerlichen Wasser (Temperatur bis auf 24°) tritt eine spärliche Vegetation aus in der Hauptsache *Anabæna flos-aquæ* und *Sphærocystis* auf.

Lilla Hyttjärn. Höchste Tiefe ca. 5 m. Ufer durchweg von flutenden *Sphagnum*-Watten gebildet. Wasser ausgeprägt braun. Die wesentlichsten Assoziationsbildner sind hier *Ceratium curvirostre*, *Dinobryon bavaricum*, *Mallomonas* und *Stichoglæa*. *Mallomonas* erreicht erst im Herbst ihr Maximum.

Stora Hyttjärn zeigt überhaupt das Bild einer sonderbar treuen Kopie des vorhergehenden Wassers dar; auch hier gipfelt der *Mallomonas* nicht im Hochsommer, da das Fytoplankton übrigens oft gänzlich mangelt. Vergl. Taf. 3, Fig. 1, 3.

Oxögat. Höchste Tiefe ca. 5 m. Ufer durchweg von flutenden *Sphagnum*-Watten gebildet. Wasser ausgeprägt braun. Die einseitige Spezialisierung der Planktonproduktion erreicht hier eine fast paradoxe Höhe, indem nur eine einzige autotrophe Formation — und zwar eine herbstliche Vegetation aus *Mallomonas*, deren Produktionshöhe jedenfalls die Tausendzahl pro l erreicht — entwickelt ist. Sonst dominiert das Zooplankton bzw. der rotbraune Detritus stets. Vergl. Taf. 3, Fig. 2, 4.

Paska-Lampa, ein Gewässer der allgemeinen Physiognomie des Kleinsees Oxögat, aber von beträchtlicher Tiefe, ca. 12 m als Maximum. Die Planktonproduktion wird der Hauptsache nach von *Rotiferen* ganz und gar beherrscht (besonders *Anuræa cochlearis*; vergl. Taf. 4, Fig. 1); das vorhandene Fytoplankton nur von geringerer Bedeutung. Vergl. auch Taf. 4, Fig. 2, ein sehr typisches Seston dieser Gewässer.

Väkka-Lampa. Höchste Tiefe ca. 11 m. Ufer zum grossen Teil von flutenden *Sphagnum*-Watten gebildet. Sommerplankton (und zwar Maximum der Temperatur des Oberflächenwassers = 25°) der Hauptsache nach von *Anabæna flos-aquæ* gebildet ebenso wie von *Stichoglæa*; *Mallomonas* von nur geringerer Bedeutung. *Botryococcus* oft vorhanden, aber immer nur in geringer Menge.

Säfvenäs-Tjärn weicht von allen den anderen hier untersuchten Gewässern darin ab, dass die Ufer steinig sind und dass die *Sphagneta* dort ohne Bedeutung sind. Höchste Tiefe 5 à 6 m. Wasser etwas gelblich. Die Planktonproduktion zeigt sich ganz ausserordentlich spezialisiert aber jedenfalls reicher als in den *Sphagnum*-Seen. Es dominieren hier das ganze Sommerhalbjahr die *Dinobryen* und die *Peridineen*; und zwar gipfelt *Ceratium hirundinella* im Sommer, das *Peridinium Willei* erst im Herbst. Abgesehen von *Rhizosolenia* und *Mallomonas* kommen andere Formen überhaupt nicht zur Entwicklung.

Die Planktonproduktion in den Kleinseen des Klotengebietes zeigen somit eine auffallend »nördliche« Physiognomie, sowohl in Anbetracht deren geringen Produktionshöhe wie auch der positiven und negativen Charakteristika in rein qualitativer Richtung. Vergl. WESENBERG-LUND 1908. Die Regioneinteilung des genannten Verfassers stellt aber eine etwas unklare Kombination rein geographischer wie auch ökologischer Faktoren dar. Sehen wir vorläufig von den erstgenannten ab, so ist es unzweifelhaft, dass WESENBERG-LUND ökologisch die nutribiologischen Faktoren ganz und gar vernachlässigt und nur den rein thermischen eine grössere Bedeutung zuerkennt, indem er glaubt, dass die Seen der nordeuropäischen Region stets eine Sommertemperatur von minder als $+ 18^{\circ}$ — das ist die »kritische« Temperatur der *Myxophycéen*-Entwicklung — erreichen und somit dadurch ihren Zentralcharakter, die spärliche *Myxophycéen*-Vegetation, erreichen. Dementgegen möchte indessen ich für meinen Teil besonders auf die allgemeine Nährstoffarmut des Urgebirgswassers als einen produktionsbegrenzenden Faktor hinweisen. Betreffs chemischer Analysen vergl. man besonders HOFFMAN BANG 1904, ASCHAN 1906. Vor allem dürfte die geringe Entwicklung der *Myxophycéen*, die sich in einer völligen Abwesenheit aller diesbezüglichen Vegetationsfärbungen bezw. aller jedenfalls mehr auffälligen Wasserblüten ohne weiteres kundgibt, hierauf hindeuten. Es gewinnt die Auseinandersetzung dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass z. B. in Väkka-Lampa nur eine ausserordentlich kümmerliche Entwicklung der *Anabæna flos-aquæ* aufgefunden wurde, obgleich das sommerliche Maximum der Oberflächentemperatur im Jahr 1914 sogar 25° erreichte. Es dürfte eine derartige Tatsache ganz deutlich die auffallende Einseitigkeit der Theorie von WESENBERG-LUND klarlegen. Zwar sind die Temperaturverhältnisse für die Entwicklung der *Myxophycéen* des Sommerplanktons in weitem Grade massgebend. Den in letzter Hand produktionsbegrenzenden Faktor können sie indessen gar nicht darstellen. Diese Rolle dürfte vielmehr den ernährungsbiologischen Faktoren zuerkannt werden, eine Annahme, die übrigens durch die ganze moderne ökologische Planktonforschung nur bestätigt wird. Es dürfte dies in der Tat auch für das gesamte Fytoplankton zutreffen. Vergl. z. B. R. KOLKWITZ 1909 und 1914, W. und G. S. WEST 1912. Somit scheint es auch möglich, gewisse Planktontypen als für nährstoffreiche bezw. -arme Gewässer überhaupt kennzeichnend aufzustellen. Vergl. hierzu besonders APSTEIN 1896, LEMMERMANN 1904, HUITFELDT-KAAS 1906. Als besonders charakteristisch dürfte vor allem die folgenden Typen angeführt werden können. Sie werden zwar nach den herrschenden Assoziationstypen benannt; die Definition wird indessen ganz produktionsbiologisch begründet. Somit ist z. B. von einem *Myxophycéen*-Typus

nicht nur nach dem spärlichen Vorhandensein der *Anabænen* u. s. w. zu sprechen, sondern in dem gegebenen Fall nur wenn es sich um eine ausgesprochene Hochproduktion handelt u. s. w.

A. In nährstoffreicheren Seen.

Die Produktion erreicht hier oft eine beträchtliche Höhe, bisweilen durch die Vegetationsfärbung des Wassers ohne weiteres indiziert und dabei — nach den Erfahrungen des Verfassers — für das gewöhnliche Netzplankton eine Produktion auf mindestens mehrere Hunderte, oft Tausende pro kbcm andeutend. Besonders charakteristisch sind hier die folgenden Planktontypen:

1. Der Myxophycéentypus, in erster Hand durch die sommerliche, vegetationsfärbende Hochproduktion der verschiedenen Myxophycéen — vor allem *Anabænen*, *Aphanizomenon* und *Microcystis* — charakterisiert. Tritt nur in der wärmeren (über 18°) und sehr nahrungsreichen Seen auf. — Vergl. APSTEIN 1896, WESENBERG-LUND 1908.

2. Der Melosira-Stephanodiscus-Typus tritt in den nährstoffreichen Seen als die vegetationsfärbende Hochproduktion des Kaltwassers auf. Vergl. WESENBERG-LUND 1908.

3. Der Peridineen-Typus südlicher Art wird in erster Hand durch eine grosse, oft vegetationsfärbende Entwicklung der *Ceratium hirundinella* charakterisiert. — *Peridinium Willei* fehlt. — Vergl. WESENBERG-LUND 1908.

Sehr charakteristisch sind dazu u. a. die folgenden, hauptsächlich in Kombination mit den erstgenannten Hochproduktionen auftretenden Typen:

4. Der *Fragilaria-crotonensis*-Typus.

5. Der *Pediastrum*-Typus.

B. In nährstoffärmeren Seen.

Die Produktion ist eine sehr geringe, für das gewöhnliche Fytoplankton nach den Erfahrungen des Verfassers sehr oft nur einige Individuen oder noch minder pro kbcm erreichend. Vegetationsfärbungen nicht vorhanden und die zufällige Anhäufung der Wasserblüte ohne irgend eine Bedeutung. — Es sind hier zwar ungefähr dieselben Formen wie in nährstoffreicheren Seen vertreten, erreichen aber hier niemals die für den betreffenden Typus charakteristische Hochproduktion und sind somit in diesem Zusammenhang ohne Bedeutung. Vielmehr sind die hier anzuführenden Typen durch eine Kleinproduktion an derartiger Formen charakterisiert. Von besonderer Bedeutung sind hier die folgenden Typen:

1. Der Chlorophycéen-Typus, durch eine unbedeutliche Entwicklung von Grünalgen wie *Botryococcus*, *Sphærocystis*, *Stichoglæa* kennzeichnet. — Vergl. besonders HUITFELDT-KAAS 1906.

2. Der Chrysomonaden-Typus, in erster Hand durch eine auffällige qualitative Dominanz der *Chrysomonaden* überhaupt (*Dinobryon* aber vor allen dazu noch *Mallomonas*, *Uroglena*) charakterisiert. — Spezialfall: Die *Dinobryon*-Assoziation der nährstoffärmeren *Dinobryon*-Seen nach APSTEIN 1896.

3. Der Desmidiéen-Typus, vor allem durch eine wirklich pelagische Flora aus Desmidiéen kennzeichnet. — Reinwasserassoziationen, dazu nur in kalkärmeren Gewässern vorhanden. Vergl. vor allem die zahlreichen Publikationen von W. und G. S. WEST.

4. Der Peridineen-Typus nördlicher Art: *Ceratium hirundinella* kommt vor, aber in einer nur unbedeutlichen Produktion. — *Peridinium Willei* vorhanden.

5. Der Cyclotella-Tabellaria-Typus, dessen Charakter in erster Hand durch das Vorhandensein der genannten Formen in einer relativen Kleinproduktion liegt.

Diese 10 verschiedenen Planktontypen können somit als für 2 verschiedene Seentypen charakterisierend angeführt werden: der nährstoffreichere bzw. der in diesen Hinsichten schlecht ausgerüstete See. Wie schon hervorgehoben, sind die termischen Faktoren nur dann von Bedeutung, wenn die kritische Temperatur der *Myxophycéen*-Entwicklung ($+ 18^{\circ}$) unterschritten wird. Ist dies nicht der Fall, zeigen sich auch die ernährungsbiologischen Verhältnisse als ausschlaggebend. Es folgt hieraus (vergl. auch oben), dass der nordeuropäische Seentypus in erster Hand rein ökologisch als der nährstoffarme, der baltische aber als der nahrungsreiche Seentypus anzuführen ist.

Sie stellen somit nichts anders als Formationsmodifikationen dar und sind deshalb auch pflanzengeographisch im Sinne von Florenreichen nicht weiter aufzuhalten.

In Anbetracht der geologischen Verhältnisse des Kloten-Gebietes ist hier mit einem sehr nährstoffarmen Wasser zu rechnen. Somit muss die Planktonproduktion auch die nordeuropäische Physiognomie zeigen und keine andere als hierher gehörende Planktontypen sind zu erwarten. Von den betreffenden Typen sind indessen im Kloten-Gebiet nur die folgenden angetroffen:

1. Der Chlorophycéen-Typus ist nach den planktologischen Untersuchungen zu beurteilen durch Hemtjärn und Väkka-Lampa repräsentiert. Der letztgenannte zeigt sich aber durch seine Schlammstruktur (vergl. unten) etwas mit dem *Chrysomonaden*-Typus gemischt. — In diesen beiden Gewässern sind die *Peridineen* durchaus ohne Bedeutung; ebenso in dem erstgenannten die *Chrysomonaden*. Somit wird das Sommerplankton in erster Hand durch eine spärliche Entwicklung der angeführten *Chlorophycéen* charakterisiert. Die *Myxophycéen* mangeln zwar nicht völlig, stellen aber eine im Vergleich mit den typischen *Myxophycéen*-Gewässern überaus kümmerliche Entwicklung dar, weshalb sie auch in dieser Hinsicht nur ganz negativ angeführt werden können.

2. Chrysomonaden-Seen. Hierher die folgenden Gewässer Klotens: Lilla Hyttjärn, Stora Hyttjärn, Oxögat, Paska-Lampa. — Es scheint dies somit ein besonders für Sphagnum-Kleinseen charakteristischer Typus sein.

3. Peridineen-Seen nördlichen Typus. Nur — aber in sehr auffallender Schärfe — durch Säfvenäs-Tjärn repräsentiert.

Was deren Bodenverhältnisse betrifft, so zeigen sämtliche die untersuchten Seen einen braunen Detritus-Schlamm, und zwar alle mit Ausnahme von Säfvenäs-Tjärn denselben in der von *Sphagnum*-Fragmenten charakterisierten Form. Somit niemals eine reine Gyttja, im allgemeinen aber eine Dygyttja darstellend. Der Siebrest wird im allgemeinen von Röhren nebst Gewebefragmenten gebildet; vergl. die Tafelerklärung. Die Bodenfauna ist besonders kümmerlich entwickelt. Die feinere Struktur ist

der Hauptsache nach von dem feinen rotbraunen Detritus charakterisiert, zeigt indessen auch eine Fülle anderer besonders planktogener Elemente, die von See zu See wechseln. Wir erhalten somit hier die folgenden Typen; vergl. stets die Tafel nebst Erklärung.

Hemtjärn. Sphagnum-Fragmente und brauner Detritus mit etwas Pollen, Kitinresten und litoralen Kieselalgen. Chrysomonaden-Sporen ohne Bedeutung. Reste von *Mallomonas* mangeln völlig. Vergl. Taf. 2, Fig. 1.

Lilla Hyttjärn. Sphagnum-Fragmente und brauner Detritus mit einer ausserordentlichen Menge von litoralen Kieselalgen; Chrysomonaden-Sporen in Vergleich hiermit von geringerer Bedeutung; von *Mallomonas*-Resten massenhaft — aber nur in der oberflächlichen Dygyttja; in den tieferen Schichten sind sie ganz und gar verschwunden. Vergl. Taf. 2, Fig. 2, 3 und 4.

Stora Hyttjärn. Wie vorige; aber von litoralen Kieselalgen weniger.

Oxögat. Sphagnum-Fragmente und brauner Detritus mit grossen Mengen von *Chrysomonaden*-Sporen und etwas *Mallomonas*-Resten. Von litoralen Kieselalgen minder. — Vergl. Taf. 5, Fig. 1.

Paska-Lampa. Die litoralen *Diatomeen* mangeln ganz und gar. Sonst wie die vorige. — Vergl. Taf. 4, Fig. 3 und 4.

Väkka-Lampa. Sphagnum-Fragmente und brauner Detritus mit grossen Mengen von Pollen ebensowie *Botryococcus*-Kolonien. *Chrysomonaden*-Sporen von auffälliger Bedeutung; von *Diatomeen* weniger, von *Mallomonas* fast nichts. — Vergl. Taf. 5, Fig. 3 und 4.

Säfvenäs-Tjärn. Brauner Detritus mit einer auffallenden Beimischung litoraler Kieselalgen. Andere Elemente ohne Bedeutung.

Vergleichen wir nunmehr die schon früher festgestellten Plankton-Typen mit den vorhandenen Bodenstrukturen, so ergibt sich die folgende Zusammenstellung.

1. Der Chlorophycéen-Typus. Als Sedimentbildner kann hier nur *Botryococcus* in Frage kommen. Um indessen pelagisch sedimentiert werden zu können, dürfte indessen *Botryococcus* eine sehr ruhige Wasserfläche erfordern. Sonst wird gewiss die ganze Produktion vom Wind nach dem Ufer gefegt und dort sedimentiert. Wegen ihrer waldumkranzten Lage scheint der Väkka-Lampa in diesen Beziehungen besonders günstige Verhältnisse dar bieten. Es ist dies unseres Wissens auch das erst bekannt gewordene Lokal einer *Botryococcus*-Dygyttja *in statu nascenti*. Fossil ist *Botryococcus* u. a. von LAGERHEIM aufgefunden; vergl. l. c. 1902.

Sind die Verhältnisse für die Sedimentation von *Botryococcus* nicht geeignet, so gibt es somit aus dem Schlamm der Chlorophycéenseen gar keine Andeutungen auf die in erster Hand charakteristischen Planktonassoziationen; vergl. Hemtjärn.

2. Der Chrysomonaden-Typus. Hier stellen die Sporen ein permanentes Sediment, die *Mallomonas*-Reste hingegen eine nur periodisch auftretende Struktur dar. Hierher gehören sämtliche die *Chrysomonaden*-Seen Klotens. Väkka-Lampa zeigt nach dem Sedimentbild zu beurteilen einen Übergang zwischen den Typen 1 und 2.

3. Der Peridineen-Typus. Wegen der mangelnden Resistenz der betreffenden Skelettbildungen entspricht diesem Planktontypus keine besondere Bodenstruktur, und die Sedimente geben somit hier gar keine Aufklärung über die in erster Hand für die betreffenden Gewässer charakteristische Planktonflora. — Cfr Säfvenästjärn.

Wie aus dieser Darstellung ersichtlich, ist im allgemeinen der Zusammenhang zwischen Plankton- und Bodentypus in den Gewässern Klotens sehr ausgeprägt. Was den immer auffallenden aber von See zu See wechselnden Gehalt an Kieferpollen und vor allem Litoraldiatomeen betrifft, lässt sich derselbe ohne weiteres als ein Effekt der Umgebungen bzw. der Aufwuchsverhältnisse u. s. w. erklären. Die Physiognomie des Oberflächenschlammes ist mit der des Tiefenschlammes (= einige dm unter der jetzigen Sedimentierfläche) im wesentlichen übereinstimmend; nur sind die *Mallomonas*-Reste in den Tiefenschichten wegen Auflösungsverhältnisse auffallend selten. Vergl. Taf. 2, Fig. 2 bzw. 3.

II. Das Aneboda-Gebiet.

Das allgemeine Aussehen der Landschaft stimmt im grossen und ganzen mit dem des Klotengebietes überein. Allerdings sind die Nadelwälder hier nicht von derselben Bedeutung wie bei Kloten — es herrschen vielmehr oft die Birken — und das kultivierte Land ist von grösserer Ausstreckung. Geologisch handelt es sich hier um ein ausgeprägtes Granitgebiet mit einer auffallend geringen Einsprengung von Syeniten; vergl. HUMMEL 1877.

Das Gebiet nimmt die geographische Lage von $57^{\circ} 0'$ — $57^{\circ} 15'$ n. Br., $14^{\circ} 30'$ ö. Br. Gr. ein. Die Höhe über die Meeresfläche beträgt im Durchschnitt 200 m. Die meteorologischen Daten sind nach HAMBERG l. c. etwa die folgenden: jährliche Mitteltemperatur $+ 5^{\circ}$ à $+ 6^{\circ}$ C; Mitteltemperatur für Juli $+ 15^{\circ}$ à $+ 16^{\circ}$; für Januar $- 2^{\circ}$ à $- 3^{\circ}$ C. Jährliche Niederschlagsmenge 600 à 650 mm. Die Seen werden mit Eis um 10. bis 20. November bedeckt; Eisgang ungefähr um den 5. April.

Die Untersuchung bezieht sich hier der Hauptsache nach auf kleinere Seen, mit steinigen, im allgemeinen von spärlichen Assoziationen der Litoralvegetation bewachsenen bzw. dadurch etwas verschlammten aber nur selten moorigen und niemals mit *Sphagnum* in grösserer Ausstreckung bewachsenen Ufern. Eine grössere Probenreihe aus Plankton stand hier nur aus dem See Stråken zur Verfügung. Sonst hat der Verfasser nur mit vereinzelter Proben arbeiten können. Um indessen nicht desto weniger eine etwas nähere als aus vereinzelter Sommerproben mögliche Vorstellung über die allgemeine Planktonökologie dieser Gewässer zu erhalten, wurde hier der Versuch gemacht, auch binnen gewissen Grenzen das Planktonleben aus den Bodensedimenten zu rekonstruieren. Als hierfür grundlegend sind indessen die Erfahrungen am Stråken-See anzusehen. Betrachten wir somit erst dieselbe einleitend etwas ausführlicher.

Was zunächst die Planktonverhältnisse des Sees Stråken betrifft, so zeigt das Fytoplankton dort stets eine ziemlich geringe Entwicklung. Für die Farbe des Wassers ist es ganz und gar ohne Bedeutung; die Wasserblüte ist nur ausserordentlich schwach entwickelt und von kürzester Dauer. Die Eigen-

farbe des Wassers ist schwach gelb. — Eine Herbst- und Frühlingsformation aus *Melosiren* fehlt, wird aber von einer Vegetation aus *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* vertreten. Das Sommerplankton zeigt eine geringe Entfaltung von *Asterionella*, *Botryococcus*, *Dinobryon cylindricum*, *Gomphosphæria*, *Ceratium hirundinella*, *Sphærocystis*, *Stichoglæa*; dazu macht sich eine gewisse Beimischung einiger eupelagischer *Desmidiéen* zu dieser Zeit bemerkbar. Ende Mai oder Anfang Juni erreicht die *Anabaena flos-aquæ* ein kurzes und kleines Maximum; erst weit später (Ende Juli oder Anfang August) gipfelt *Microcystis æruginosa*. Die Wassertemperatur beträgt dann seit Wochen mehr als + 20° C.

Wie aus dieser Übersicht ohne weiteres hervorgeht, zeigt der Stråkensee in seiner Plankton-Physiognomie einen auffallenden Unterschied zu dem baltischen Seentypus im Sinne WESENBERG-LUND's. Vielmehr ergibt sich in vielen Beziehungen sowohl in Anbetracht der geringen Produktionshöhe — ohne weiteres schon beim ersten Anblick durch die wüste, oft finster braune Farbe der Urgebirgsgewässer in auffallender Weise indiziert, wie auch der qualitativen Gestaltung des Produktionsbildes in positiver wie negativer Richtung ein auffallend nördliches Gepräge. Es spricht hierfür besonders die geringe Entfaltung der *Myxophycéen* und *Melosiren*; das allgemeine Vorkommen von *Tabellaria fenestrata*, die Anwesenheit des *Peridinium Willei*; vergl. WESENBERG-LUND l. c. 1908. Was die näheren Ursachen dieses nördlichen Gepräges betrifft, wird auf die diesbezüglichen Bemerkungen bei Besprechung der Kloten-Planktologie hingewiesen; sie dürften auch hier ganz stichhaltig sein.

Betrachten wir jetzt die Planktonproduktion des Stråkensees in ihrer Eigenschaft als Mutterformation der Schlammablagerungen, so ist es schon aus der vorhandenen Produktionshöhe ersichtlich, dass eine reine Planktongyttja in einem solchen wenn auch nur ziemlich schwachen, so doch ausgeprägten Humusgewässer nicht entstehen kann — es herrscht vielmehr auch hier der braune Detritus mit einer gewissen charakterisierenden Beimischung von *Cyclotellen*, *Chrysomonaden*-Sporen ebensowie Bildungen litoraler Herkunft wie Skelettnadeln von *Spongien*, grosse *Naviculæ* u. s. w.

Einige dm unter der Oberfläche dieser an planktogenen Sedimenten so armen Dygyttja der Jetztzeit treffen wir indessen — was schon einleitend hervorgehoben wurde — eine Ablagerung ganz anderer Natur, ein ziemlich reines *Melosira*-Sediment. Wir haben schon früher hervorgehoben, dass diese Bildung gar nicht der jetzigen Epoche angehören kann. Sie muss vielmehr zu einer Zeit entstanden sein, da entweder die Produktion sich höher als jetzt gestaltete oder auch die kolloiden Humusstoffe — jedenfalls zum grossen Teil das eigentliche Bildungsmaterial des feinen Detritus unserer Humusgewässer darstellend — nicht dieselbe grundlegende Rolle wie in unseren Tagen spielten. Es ist indessen dies eine mehr geologische als rein hydrobiologische Frage, weshalb sie auch hier nicht weiter behandelt werden kann.

Fassen wir nunmehr unsere Erfahrungen von dem Stråkensee — der in verschiedenen Hinsichten als ein ganz typischer Vertreter des hiesigen Seentypus angesehen werden kann — zusammen, so scheint es also hieraus mit gewisser Wahrscheinlichkeit hervorzugehen, dass die Seen des Gebietes überhaupt nicht, wie dies von WESENBERG-LUND gemacht wurde, unter den baltischen Seentypus einzureihen sind. Um dies näher

zu beweisen, wäre allerdings das einfachste, eine Reihe kontinuierlicher Planktonproben der dortigen Gewässer zu besorgen. Da indessen derartige hier nicht zur Verfügung standen, so hat der Verfasser, wie schon hervorgehoben, die Beantwortung der Frage in einer Kombination plankton- und bodenstruktureller Untersuchungen zu ermöglichen versucht.

Zu diesem Zweck wurde eine Reihe (13 St.) kleinerer Seen in der Umgebung Anebodas einer derartigen Untersuchung unterworfen. Die betreffenden Seen zeigen im allgemeinen ein gelbliches bis braunes Wasser; sind also mehrenteils Humusgewässer. Ihre allgemeine Charakteristik ist schon (S. 148) gegeben. Tiefe im allgemeinen einige bis zu fünf m. Seichtestes Gewässer Lygnen (1 m), tiefstes Stråken (12 m).

Die Exkursionen wurden stets im Sommer vorgenommen; und zwar deshalb, weil ja die sommerliche *Myxophycéen*-Produktion den baltischen Seen ohne weiteres durch die lang andauernde Vegetationsfärbung des Wassers bzw. durch eine auffällige Wasserblüte den Charakter gibt. Von so was war aber in keinem Fall etwas zu sehen; vielmehr herrschte immer die mehrenteils dunkel wüste Eigenfarbe der Humusgewässer. Somit ergibt sich schon hieraus eine geringe Produktionshöhe überhaupt, die für Seen des baltischen Typus undenkbar wäre. Was die während dieser Exkursion eingesammelten Planktonproben¹ betrifft, so haben sie bei näherer Untersuchung folgende prinzipiell wichtige Tatsachen gezeigt.

- a) Von *Chlorophycéen* kommen nur *Botryococcus*, *Sphaerocystis*, *Stichoglaea* in Betracht. Besonders die erstgenannte Form zeigt eine auffallend grosse Verbreitung. Ob sie bei uns als Ursache kleinerer und kurz andauernder Wasserblüten auftreten kann, ist allerdings noch nicht bekannt, muss aber theoretisch vorausgesetzt werden. — Vergl. Taf. 5, Fig. 2.
- b) Die *Chrysomonaden* sind weit verbreitet, treten indessen niemals in der für das Kloten-Gebiet charakteristischen Reinspezialisierung auf.
- c) Die *Desmidiéen* sind weit verbreitet und von ausgesprochen eupelagischen Formen repräsentiert. Hierunter sind besonders die folgenden anzuführen: *Arthrodesmus Incus* (BRÉB.) HASS. mit var. *identatus* W. et G. S. WEST, *Arthrodesmus quiriferus* W. et G. S. WEST, *Staurostrum anatinum* COOK et WILL. mit var. *pelagicum* W. et G. S. WEST, *S. curvatum*, *S. cuspidatum* var. *maximum* W. et G. S. WEST, *S. jaculiferum* WEST, *S. paradoxum* MEYEN (in cl. var., besonders var. *longispinum* NORDSTEDT), *St. pseudopelagicum* W. et G. S. WEST, und mehrere *Xanthidia*. Die *Cosmarien* sind von geringerer Bedeutung; pelagische *Euastrum*- und *Micrasterias*-Formen sind bis jetzt nicht in diesen Gewässern aufgefunden. Tykopelagisch treten Litoraldesmidiéen nur sehr vereinzelt auf.
- d) Die *Diatomeen* sind der Hauptsache nach von *Asterionella*, *Cyclotellen* und Sternkolonien von *Tabellaria fenestrata* repräsentiert. Die *Cyclotellen* sind hauptsächlich bei einer Reihe von Darmuntersuchungen an den pelagischen *Cladoceren* und *Copepoden* aufgefunden.

¹ Über Sieb- und Schlammreste dieser Ablagerungen vergleiche man den allgemeinen Teil nebst der Tafelerklärung. Wie daraus ersichtlich sind die koprogenen Bildungen stets von grösster Bedeutung — infolge der Resistifizierung, trotz der geringen Produktionshöhe der Bodenfauna.

- e) Von den *Myxophycéen* kommen nur *Anabaena flos-aquæ*, *Gomphosphæria Nægeliana* (UNG.) LEMM. und *Microcystis æruginosa* Kütz., und zwar in einer sehr unbedeutlichen Entwicklung, in Betracht.

Nach dem Einsammeln der Planktonproben wurden einige Proben der Dygyttja der pelagischen Region entnommen; und zwar sowohl mit dem Dretsche, wie auch mit den zwei vorher besprochenen Becherloten. Es wurde somit auf einer und derselben Station sowohl eine Probe der oberflächlichen wie eine der tieferen Ablagerungen entnommen. Das Ergebnis der nach der in dem allgemeinen Teil besprochenen Technik untersuchten Proben ergab hier ein auffallend monotones und übereinstimmendes Bild der feineren Struktur sämtlicher untersuchten Seen. Die Oberflächen-Schicht zeigte nämlich im grossen und ganzen dieselbe Physiognomie, die wir schon von Stråken kennen: Es dominiert der braune Detritus mit einer nicht besonders grossen Beimischung von Cyclotellen, Chrysomonaden-Sporen, Bildungen litoraler Herkunft wie Skelettnadeln von Spongien, Kieselalgen, u. s. w. In der Tiefengyttja sind aber die Diatomeen (*bes. Melosira*) überhaupt sehr allgemein,¹ bisweilen so massenhaft vorhanden, dass man eigentlich von einer *Melosira*-Gyttja zu sprechen hat. Also gerade wie im Fall Stråken, der somit tatsächlich gar keine Ausnahme, vielmehr den eigentlichen Typus der Gegend darstellt. Man vergleiche hiermit die folgenden Mikrophotographien, die Oberflächen- bzw. die Tiefengyttja folgender Seen des Gebietes Aneboda darstellend: Die Mikrophotographien der Tafel 6, Fig. 1 und 2 (Stråken), Tafel 6, Fig. 3 und 4 (Frejen) und Tafel 7, Fig. 1 und 2 (Lygnen). Über mikrotechnische Fragen, s. die Tafelerklärung. — Von diesen 13 Seen führt nur einer ein ganz farbloses Wasser; sonst zeigt sich dasselbe in allen Nuancen der Humusfärbung — von schwachgelb über rotbraun bis braunschwarz — gefärbt. In diesen letztgenannten Seen (3 St.) tritt auch eine mehr oder minder ausgeprägte Dybildung auf; sonst sind die Sedimente stets als eine Gyttja mit wechselnden aber bisweilen ziemlich geringen Zuschuss von Dy, somit eine Dygyttja darstellend, anzusehen.

Kombinieren wir nunmehr die Ergebnisse der planktonbiologischen Untersuchung mit denen der bodenstrukturellen Studien, so erhalten wir also etwa die folgende planktologische Charakteristik des Aneboda-Gebietes: Die Produktionshöhe während des Sommers ist überhaupt eine unbedeutliche. Es mangeln somit die Vegetationsfärbungen ganz und gar, und die Wasserblüte kann kaum von irgend welcher Bedeutung sein. Dies alles ist schon aus einer einmaligen Besichtigung an Ort und Stelle mit hinreichender Schärfe ersichtlich; wird aber von den Bodenstudien vollauf bekräftigt. Weiter ist die auffallende Entwicklung der nördlichen Grünalgen im Sommerplankton zu bemerken, ebenso wie die bisweilen von *Desmidiéen* ganz und gar dominierte Formation einiger Gewässer. Aus den Bodenstudien ist zu entnehmen, dass *Melosira* im Jahresplankton nur eine sehr unbedeutliche Rolle spielt. *Stephanodiscus* fehlt; *Cyclotella* allgemein; *Tabellaria* verbreitet.

Es ist dies, wie sofort ersichtlich, ein Bild, das mit dem baltischen Seentypus, wie er z. B. von WESENBERG-LUND, l. c. 1904, in Dänemark stu-

¹ Von einer näheren Bestimmung dieser Arten wird hier abgesehen, weil das Diatomeen-Material der Schlammablagerungen des Aneboda-Gebietes später von einer Spezialisten in Detail weiter bearbeitet wird.

diert worden ist, gar nichts zu tun hat. Vielmehr stimmt es in allem wesentlichen mit dem nordischen Typus, wie er u. a. von HUITFELDT-KAAS (Norwegen), LEVANDER (Finnland) und W. und G. S. WEST (Gross-Britannien) bekannt gemacht ist, überein. WESENBERG-LUND's Ansicht, das betreffende Gebiet gehörte der baltischen Region, kann somit nicht mehr aufrecht gehalten sein. Wahrscheinlich sind deshalb die Seentypen der Provinz Småland überhaupt der baltischen Region zu entfernen und dem nordeuropäischen Typus einzureihen. Wie schon hervorgehoben, stellt aber der nordeuropäische Typus in erster Hand einen ökologischen Begriff dar — eine Formationsmodifikation, durch die von den geologischen Verhältnissen verursachte Nährstoffarmut des Wassers abhängig.

Einige allgemeine und zusammenfassende Gesichtspunkte.

In der vorliegenden Darstellung ist zum ersten mal der Versuch gemacht, die Bildungsbedingungen der Schlammablagerungen unserer kleineren Urgebirgs- bzw. Humusgewässer näher auseinanderzusetzen. Es fragt sich aber nun, inwieweit die so erhaltenen Ergebnisse sich verallgemeinern lassen. Tatsächlich dürfte dies in grösster Ausstreckung zutreffen können. Die geologischen Verhältnisse sind ja nämlich in grossen Teilen der nordeuropäischen Region von demselben Typus wie in unseren eigenen kalkarmen Urgebirgsgegenden; und was die Planktologie betrifft, so zeigten ja die von uns speziell untersuchten Gewässer eben das wohlbekannte Bild der nordeuropäischen Formation, wie sie überall von derartigen Gegenden in Schweden (vergl. besonders LEMMERMAN 1904), Norwegen (vergl. HUITFELDT-KAAS 1906), Finnland (vergl. LEVANDER 1900) und Schottland (vergl. die zahlreichen Arbeiten von W. und G. S. WEST) schon seit längerer Zeit gut bekannt geworden ist. Somit sind die sedimentbildenden Faktoren hier durchaus ganz übereinstimmend. In Anbetracht der von uns durchgeführten Untersuchungen über die prinzipiellen Grundlagen der Schlammabildung in derartigen Seen scheint es uns somit nunmehr auch möglich, die gesamte nordeuropäische Region in diesen Hinsichten von einheitlichen Gesichtspunkten aus zu betrachten. Wir erhalten somit — als Kombination der früher mitgeteilten Übersichten über die Bodenbeschaffenheit bzw. über die Planktontypen nährstoffärmerer Gewässer; vergl. S. 140 bzw. 141 — die folgende

Übersicht über den Zusammenhang zwischen sedimentbildenden Faktoren und Schlammstrukturen kleinerer Humusgewässer.

A. Bildungen limnoautochthoner Art.

Hier niemals von einer grundlegenden Bedeutung — somit im allgemeinen mehr charakterisierende Strukturelemente als eigentliche Schlammbildner darstellend.

1. Bildungen planktogener Natur.

Es sind hier die folgenden Assoziationstypen bzw. davon abhängenden Schlammstrukturen vorhanden:

Plankton typus.

Schlammtypus.

A) Zooplanktogener Art.

Kitinproduzierendes Zooplankton, wovon in dieser Hinsicht nur die *Cladoceren* anzuführen sind.

Durch *Bosmina*-Häute charakterisierter Schlamm.

B) Fytoplanktogener Art.

a) Der Chlorophycéen-Typus.

Durch *Botryococcus* charakterisierter Schlamm.

b) Der Chrysomonaden-Typus in weiterem Sinne.

Mehrere *Chrysomonad*-Sporen bzw. Reste von *Mallomonas* als charakterisierende Elemente. Letztere nur periodisch.

Spezialfall: Dinobryon-Typus.

Der Hauptsache nach *Dinobryon*-Sporen.

c) Der Desmidiéen-Typus.

Fehlt.

d) Der Peridineen-Typus nördlicher Art.

»

e) Der Cyclotella—Tabellaria-Typus.

Cyclotella als permanenter, die *Stern-diatomeen* als der Hauptsache nach periodische Strukturbildner.

Hingegen sind die folgenden Assoziationstypen bzw. davon abhängige Schlammstrukturen im Gebiet nicht repräsentiert:

a) Der Melosira—Stephanodiscus-Typus.

b) Der *Fragilaria crotonensis*-Typus.

c) Der Myxophycéen-Typus.

d) Der *Pediastrum*-Typus.

e) Der Peridinéen-Typus südlicher Art.

2. Bildungen litorigener Herkunft.

Besonders *Diatoméen*, die in diesen kalkarmen Seen oft massenhaft vorhanden sind. — Reste der höheren Vegetation u. s. w.

B. Bildungen limnoallochthoner Art.

Hier von einer ganz grundlegenden Bedeutung. Somit besteht die Ablagerung der Hauptsache nach hier stets aus von der Umgebung herrührenden, im Seewasser abgesetzten braunen Humusstoffen, gewiss zum grossen Teil als Kolloiden dem Seewasser zugeführt und danach im freien Wasser ausgeflockt. Diese monotone Mikrophysiognomie des rotbraunen Humusdetritus wird sodann durch Beimischung der oben angeführten Sedimente — und zwar im allgemeinen nicht in reinen, sondern vielmehr in ausgeprägt kombinierten Typen — mehr oder minder nuanciert. Somit handelt

es sich hier überhaupt um eine mehr oder minder ausgesprochene Dygyttja, niemals um eine wirkliche Gyttja. — Fischereibiologisch ein schlechter Typus.

Die vorliegende Übersicht gilt nur für die kleineren Humusgewässer der nordeuropäischen Region. Von den kleineren Gewässern derselben sind indessen dazu noch die folgenden Typen anzuführen: die farblosen Urgebirgsseen und die sehr weit verlandeten Humusgewässer. Aus ökologischen Ursachen muss die Fytoplanktonproduktion auch hier den nordeuropäischen Charakter tragen, woraus sich somit nach dem schon oben angeführten auch die Grundzüge der Sedimentbildung ergeben: Der Zufluss an Humuskolloiden u. dergl. befindet sich in den farblosen Gewässern in Minimum, in den verlandenden aber in Maximum — das sedimentbildende Plankton setzt sich indessen in beiden Fällen aus den wohlbekannten nördlichen Assoziationstypen (vergl. oben) zusammen. Zwischen diesen Extremen liegt der oben dargestellte, gewissermassen »normale« Typus. Es liegt somit hier ein kontinuierlicher Übergang von der gyttja- bis die dybildende Epoche vor. Noch ein Schritt: die Verlandung tritt endgültig ein, und es liegt eine Bildung vor, die ganz ausser dem Gebiet der jetzigen Limnologie fällt. — Verhältnisse wie die besprochenen sind schon früher historisch aus der Torfmoorforschung bekannt. Es ist indessen zu bedauern, dass die limnischen Bildungen pelagischer Art bis jetzt auf diesem Gebiet kaum genetisch untersucht worden sind. Es ist deshalb — zumal in Anbetracht des gänzlichen Fehlens einer bildlichen Darstellung der Mikrophysiognomie der betreffenden Bildungen — leider ganz unmöglich, die fossilen Schlammstrukturen mit den jetzigen zu vergleichen, bezw. die Ergebnisse der ebenso grossen wie in Einzelheiten auf diesem Gebiet noch überaus unklaren Literatur der Quartärgeologen zu verwerten. Eine nähere Kenntnis der Elemente der Planktologie bezw. der technischen Grundlagen der Schlammkunde scheint deshalb hier sehr erwünscht, ist aber bisjetzt durchaus vernachlässigt worden.

Von anderen Seentypen der nordeuropäischen Region sind noch die folgenden anzuführen.

1. Seen mit beträchtlichen Zuflüssen. — Schlammablagerung reichlich mit minerogenen Bildungen beigemischt. Beispiele bei TRYBOM 1889.

2. Sehr tiefe Seen. — Schlammablagerung oft durch Zurücktreten der planktonischen Skelettbildungen charakterisiert. Am resistantesten zeigen sich Kitinbildungen, wodurch auch die Schlammablagerungen mancher tiefen Seen in erster Hand charakterisiert sind. Sie werden noch in Tiefen von 100 m und mehr aufbewahrt; vergl. z. B. FOREL 1892 und Sv. EKMAN 1915. — Von Kieselbildungen sind *Cyclotellen* und *Melosiren* noch sehr resistant. Die erstgenannten werden noch in Tiefen von 200 m sedimentiert; vergl. HEIM 1900. Wahrscheinlich sind die *Melosiren* ebenso resistant. Die Sedimentation von Bildungen wie *Mallomonas*-Reste, Sterndiatoméen u. s. w. wird indessen nur in den seichteren Seen — nach den Erfahrungen des Verfassers jedenfalls bis zu einige 10 m — ermöglicht, wo sie zumal später im Schlamm aufgelöst werden. Wahrscheinlich verhält sich die zarte *Fragilaria crotonensis* ebenso; vergl. z. B. SCHRÖTER und KIRCHNER 1897. Die bisher im allgemeinen oftmals gänzlich übersehenen *Chrysomonaden*-

Sporen sind aber sehr resistent und können somit — nebst *Cyclotella* und *Melosira* — auch in grösster Ausstreckung sich bei dem Aufbau pelagisch gebildeter Kieselablagerungen beteiligen. Vergl. hierzu u. a. auch LAGERHEIM 1902. — Selbstverständlich sind aber die Auflösungsverhältnisse nicht nur von der Wassertiefe abhängig sondern gewiss in grösster Ausstreckung auch von chemischen Faktoren. In dieser Richtung fehlen aber bis jetzt alle nähere Erfahrungen.

Gehen wir zu den Verhältnissen der baltischen Region über, so dürfte es nunmehr ganz möglich sein, auch hier die Plankton- bzw. Schlammtypen ihrer typischen nährstoffreichen Seen von einheitlichen Gesichtspunkten aus zu betrachten. Wir gelangen somit — in Anbetracht wohlbekannter planktologischer Verhältnisse bzw. der prinzipiellen Grundlagen der Schlamm Bildung; vergl. S. 139—140, 145 — hier zu folgender

Übersicht über den Zusammenhang zwischen sedimentbildenden Faktoren und Schlammstrukturen des baltischen Seentypus.

A. Bildungen limnoautochthoner Art.

Hier von einer grundlegenden Bedeutung — die eigentlichen Schlamm bildner darstellend.

1. Bildungen planktogener Natur.

Plankton typus.	Schlamm typus.
A) <i>Zooplanktogener Art.</i>	
Kitinproduzierendes Zooplankton: <i>Cla-</i> <i>doceren.</i>	Kitingyttja.
B) <i>Fytoplanktogener Art.</i>	
a) Der <i>Fragilaria crotonensis</i> -Ty- pus.	Fehlt.
b) Der <i>Dinobryon</i> -Typus.	Gyttja mit <i>Dinobryon</i> -Sporen.
c) Der <i>Myxophycéen</i> -Typus ver- schiedener Art.	Die <i>Myxophycéen</i> -Gyttja, je nach den Mutterassoziationen verschiedenartig aufgebaut.
d) Der <i>Pediastrum</i> -Typus.	<i>Pediastrum</i> -Sternen als charakteristi- sche Beimischung der doch aus anderar- tigem Material vorwiegend gebildeten Ab- lagerungen.
e) Der <i>Peridineen</i> -Typus südlicher Art.	Fehlt.
f) Der <i>Melosira</i> — <i>Stephanodiscus</i> - Typus.	Die dies bezügl. <i>Diatomeen</i> -Gyttja.

Hingegen sind die folgenden Assoziationstypen bzw. davon abhängige Schlammstrukturen hier nicht repräsentiert.

- a) Der Chlorophyceen-Typus.
- b) Der Chrysomonaden-Typus in weiterem Sinne.
- c) Der Desmidiaceen-Typus.
- d) Der Peridineen-Typus nördlicher Art.
- e) Der Tabellaria—Cyclotella-Typus.

2. Bildungen litorigener Herkunft.

Organogene Kalkbildungen; Reste der höheren Vegetation u. s. w.

B. Bildungen limnoallochthoner Art.

Hier von einer geringen Bedeutung. Somit zeigt sich der normale Schlammtypus hier als eine ausgeprägt limnoautochthone Bildung, als eine wirkliche Gytta, zumal gewiss überwiegend von planktonischer Art. — Fischereibiologisch überhaupt die besseren Schlammtypen umfassend.

Die hier gegebene Übersicht gilt nur für die Seen des baltischen Typus im eigentlichen Sinne. Selbstverständlich lässt sich auch hier eine Entwicklungsreihe aufstellen von einem ursprünglichen, vegetationsarmen Typus, der über das soeben geschilderte nach dem dy- und endlich torfbildenden Stadium führt. In den Seen der kalkarmen Urgebirge geht diese Entwicklung durchaus im Zeichen einer armen Produktion. So beginnt sie auch in den kalkreicheren Gegenden. Wegen der guten chemischen Vorbedingungen tritt indessen hier beim Zersetzen der produzierten organischen Substanz recht bald eine Anreicherung des Wassers ein, und es folgt hierdurch ein Stadium der allgemeinen Hochproduktion: der baltische Seentypus s. str. Durch zunehmende Verlandung u. s. w. tritt indessen eine Disproportion zwischen Aufbau und Zersetzung der organischen Substanz ein. Es tritt so die Anhäufung der letztgenannten ein, die Nährstoffbedingungen werden immer mehr verschlechtert und der See nähert sich dem torfbildenden Stadium. Es liegt somit hier ein prinzipieller Unterschied zu den Seen der Urgebirgsgegenden vor, der sich auch in den Strukturtypen der fossilen Schlammablagerungen abzeichnen muss: der eine durchläuft eine sehr ausgesprochene Epoche der Gyttaabildung, die indessen in dem anderen niemals in ihrer Reinheit eintreten kann.

Der nordeuropäische bzw. baltische Seentypus dürfte durch diese Zusammenstellungen so ziemlich charakterisiert sein. Es fragt sich aber nun, ob diese Seentypen auch den Charakter pflanzengeographisch begrenzter Regionen tragen. Tatsächlich dürfte eine derartige Auffassung ganz unrichtig sein. Vielmehr scheint alles dafür zu sprechen, dass diese Seentypen gar nicht als für besondere Florenreiche charakteristisch anzusehen sind, sondern dass sie vielmehr als durch ökologische Faktoren bedingten Formationsmodifikationen aufzufassen sind. Es ist demnach der baltische Seentypus der nährstoffreiche, der nordeuropäische der nährstoffarme und deren Verbreitung hängt — so lange die termischen

Verhältnisse nicht ungünstig liegen, d. h. das Temperaturoptimum der Myxophycéen-entwicklung unterschreitend — nur von den chemischen Verhältnissen des Wassers ab, die wiederum auf der Bodenbeschaffenheit der Umgebung beruhen. Als ein direkter Beweis in dieser Richtung kann z. B. angeführt werden, dass man in den kalkarmen Urgebirgsgegenden der Provinz Småland Seite bei Seite Seen findet, von denen der eine sich noch unter natürlichen Verhältnissen befindet und auch einen nord-europäischen Charakter zeigt, der andere aber durch städtisches Abwasser verunreinigt und auch ganz und gar in allen Hinsichten mit dem baltischen Typus übereinstimmt. Vergl. hierzu auch die Erfahrungen von W. und G. S. WEST, 1912.

Es unterliegt somit keinem Zweifel mehr, dass jedenfalls die nordeuropäischen bzw. baltischen Seentypen nichts anders als ökologische Formationsmodifikationen anzusehen sind. Wahrscheinlich können deshalb auch die Seen der ganzen Erde ökologisch gesehen unter gewisse Typen gruppiert werden, von denen der nordeuropäische bzw. baltische gewiss auch ausser den Grenzen der genannten geographischen Regionen weit verbreitet sein muss. Ökologisch gesehen dürfte wohl für seichtere Seen in erster Hand noch nur zwei Typen erforderlich sein: ein arktischer und ein tropischer. Was den erstgenannten betrifft, dürfte das hier sehr auffallende Produktionsminimum wohl in erster Hand durch termische Milieufaktoren bestimmt werden, wozu auch die Armut an agiler organischer Substanz als ein produktionsbegrenzender Faktor kommt. Die Schlammablagerungen zeigen eine auffallende Beimischung minerogener Bestandteile. Der tropische Typus endlich muss in erster Hand sowohl in Anbetracht Plankton wie auch Bodenbeschaffenheit durch rege Zersetzungserscheinungen bestimmt werden.

Eine durchgeführte Übersicht über die ökologische Seentypen der ganzen Welt bzw. deren Schlammbildungen lässt sich allerdings noch nicht geben. Wahrscheinlich wird dies aber einmal ermöglicht; und was die Verhältnisse unseres eigenen Landes betrifft, ist dies in der vorliegenden Darstellung nachgewiesen. Eine regionale Einteilung des Fytoplanktons sollte deshalb in erster Hand ökologisch begründet werden und die geographischen Regionen von WESENBERG-LUND sind somit pflanzengeographisch überhaupt nicht aufzuhalten. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass es ausser derartigen ökologischen Seentypen dazu auch wirklich als Florenreichen geographisch begrenzte Fytoplanktonformationen gibt; vergl. betreffs Desmidiaceen besonders W. et G. S. WEST 1905. Pflanzenökologisch gesehen gehört somit sowohl das Kloten- wie auch das Aneboda-Gebiet dem nordeuropäischen Seentypus an. Durch das Vorkommen von Formen wie *Bosmina obtusirostris* G. O. S. und *Holopedium gibberum* ZADD. ergibt sich auch zooplanktologisch eine nördliche Physiognomie. In pflanzengeographischer Beziehung zeigt sich indessen ein auffallender Unterschied, indem das Gebiet Kloten einen unbestimmt kosmopolitischen Charakter trägt, während die nordwesteuropäische begrenzten Assoziationstypen in erster Hand der Anebodagegend ihr Sondergepräge geben. —

Lund, Botan. Institut der Universität. Anfang Juni 1916.

Literatur.

Es werden hier der Hauptsache nach nur derartige Arbeiten über Plankton- und Schlammkunde angeführt, die von einem grösseren allgemein-hydrobiologischen Interesse oder auch untersuchungstechnisch von Bedeutung sind. Von Publikationen spezielleren bzw. mehr lokalen Interesses sind nur einige schwedische mitgenommen. — Die gesamte Spezialliteratur über die Kalkschlammablagerungen des Süsswassers ist — weil mit den hier vorliegenden Untersuchungen ohne Zusammenhang — unberücksichtigt. — Von Arbeiten paläolimnologischer Art sind nur einige allgemeineren Inhalts bzw. mehr repräsentative mitgenommen. — Das Hinweisen auf die ozeanographische Literatur — hauptsächlich in Anbetracht terminologischer und untersuchungstechnischer Fragen — ist auch sehr willkürlich und nimmt nur auf einige grössere bzw. zusammenfassende Darstellungen Bezug.

Die Bezeichnung [D. R.] bedeutet, dass der betreffenden Arbeit eine Zusammenfassung in deutscher Sprache beigelegt ist.

- ANDERSSON, G., Svenska växtvärldens historia. II. A. — Stockholm 1896. [Die Geschichte der schwedischen Flora.]
 —, Die Geschichte der Vegetation Schwedens. — Englers Bot. Jahrb. Band XXII. Leipzig 1897.
 —, Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora. — Bull. de la comm. géol. de Finlande N:o 8. Helsingfors 1898. [Studien über die Torfmoore und die fossile Quartärflora Finlands. D. R.]
 ANDRÉE, K., Die Diagenese der Sedimente, ihre Beziehungen zur Sedimentbildung und Sedimentpetrographie. — Geol. Rundschau. Band II. Leipzig 1911.
 —, Über Sediment-Bildung am Meeresboden. — Geol. Rundschau. Band III. Leipzig 1912. ⁷
 —, Über Sediment-Bildung am Meeresboden. I. Fortsetzung. — Geol. Rundschau. Band VII. Leipzig 1916.
 APSTEIN, C., Das Süsswasserplankton. — Kiel und Leipzig. 1896.
 ASCHAN, O., Humusämnen i de nordiska inlandsvattnen och deras betydelse, särskildt vid sjömalternas daning. — Helsingfors 1906. [Über die Humusstoffe der nordischen Binnengewässer und ihre Bedeutung; vergl. Zeitschr. f. prakt. Geol., Berlin 1907.]
 BACHMANN, H., Vergleichende Studien über das Phytoplankton von Seens Schottlands und der Schweiz. — Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Band III. Stuttgart 1907.
 —, Das Phytoplankton des Süsswassers mit bes. Berücksichtigung des Vierwaldstättersees. — Mitt. der naturf. Ges. Luzern. 1911.
 BANG, O. HOFMAN-, Studien über schwedische Fluss- und Quellwässer. — Diss., Uppsala 1904. [Auch in dem Bull. of the geol. Inst. of Uppsala erschienen.]
 BRÖNSTED, J. N., und WESENBERG-LUND, C., Chemisch-physikalische Untersuchung der dänischen Gewässer. — Int. Revue der Hydrobiologie u. s. w., Band 4. Leipzig 1912.
 BUCHANAN, J. Y., On the occurrence of sulphur in marine muds and nodules, and its bearing on their mode of formation. — Proc. of the R. Soc. of Edinburgh, vol. XVIII. 1891.
 CARLSON, G. W. F., Über Botryodictyon elegans Lemm. und Botryococcus Braunii Kütz. — Bot. studier, tillägnade F. R. Kjellman, Uppsala 1906.
 CASPARI, V. A., The deposits of the fresh-water lochs. — Publ. of the Bath. Survey I. Edinburgh 1910.
 CHODAT, R., Sur la structure et la biologie de deux algues pélagiques. — Journal de Botanique. Paris 1896.
 —, Etudes de Biologie lacustre. — Bull. de l'Herb. Boissier V. Genève 1897.
 DARWIN, CH., The formation of vegetable mould, through the actions of worms. — London 1881.
 EKMAN, SV., Neue Apparate zur qualitativen und quantitativen Erforschung der Bodenfauna der Seen. Int. Revue der Hydrobiologie u. s. w., Band 3. Leipzig 1911.
 —, Die Bodenfauna des Vättern. — Int. Revue der Hydrobiologie u. s. w. Band 7. Leipzig 1915.
 FOREL, F. A., La faune profonde des lacs Suisses. — Neue Denkschriften der allg. schweiz. Ges. für die ges. Naturwissenschaften. — Band XXIX. 1885.
 —, Le Léman. Monographie limnologique. T. I. — Lausanne 1892.
 —, Handbuch der Seenkunde. — Stuttgart 1901.

- FRENZEL, J., Die Diatomeen und ihr Schicksal. — Naturw. Wochenschr. XII. Band. Berlin 1897.
- FRÜH, J., und SCHRÖTER, C., Die Moore der Schweiz. — Beiträge zur Geologie der Schweiz. Herausg. von der Geolog. Komm. der Schweiz. naturf. Ges. Geotechn. Serie. III. Lief. Bern 1904.
- GULLY, E., Die »Humussäuren« im Lichte neuzeitlicher Forschungsergebnisse. Referierende Übersicht mit einer vorläufigen Mitteilung über eigene neue Untersuchungen. — Internationale Mitteilungen für Bodenkunde. Band V. 1915.
- GÖTZINGER, G., Die Sedimentierung der Lunzer Seen. — Verh. der K. K. Geolog. Reichsanstalt. Wien 1911.
- , Geomorphologie der Lunzer Seen und ihres Gebietes. — Int. Revue der Hydrobiologie u. s. w.; I. Hydrograph. Supplement-Band.
- HAMBERG, H. E., Sveriges Klimat. — Stockholm 1899. [Zusammenfassende Übersicht über die klimatische Verhältnisse Schwedens.]
- HEIM, A., Geol. Nachlese. X. Der Schlammabsatz am Grunde des Vierwaldstättersees. — Vierteljahrschr. der Naturf. Ges. Zürich. XLV. 1900.
- HOLMBOE, J., Planterester i norske torvmyrer. — Vid.-Selskapets Skrifter I. 1903, Nr 2. Kristiania 1903. [Über die Pflanzenablagerungen norwegischer Mooren.]
- HUITFELDT-KAAS, H., Planktonundersøgelser i Norske Vande. Christiania 1906. [Über das Plankton norwegischer Binnengewässer, D. R.]
- HUMMEL, DAVID, Beskrifning till kartbladet Vexjö. Med karta i skalan 1 : 200 000. — S. G. U. Ser. A.b.: 3 Stockholm 1877. [Geologische Karte der Gegend von Vexjö, das Aneboda-Gebiet einschliessend; nebst Beschreibung.]
- HÜLSEN, K., Untersuchungen der Grundproben der Seen Pestschino, Maloje Lipna und Dolgoje im Lugaschen Kreise des St.-Petersbourger Gouvernements. — Wjästnik rybapromyslennosti, 1902. — St. Petersburg 1902. [Russisch; D. R.]
- , Instrykzija dlja isljadowanija grynta oser. — St. Petersburg 1903. [Die Technik der Bodenforschung; nur russisch.]
- , Untersuchungen der Grundproben des Bologoje-Sees. — Berichte der Biolog. Süßwasserstation der Kais. Naturforschergesellschaft zu St.-Petersbourg. — Jurjew 1911. [Russisch, D. R.]
- , Untersuchungen des Grundes der Teiche der Fischzuchtanstalt Nikolsk im Nowgorodschen Gouvernement. — Is Nikol'skawo rybawodnowa sawoda. St. Petersburg 1911. [Nur russisch.]
- , Untersuchungen der Grundproben des Sees Glubokoje. — Arbeiten der Hydrobiolog. Station bei Glubokoje. Moskva 1912. [Russisch.]
- , Phytobiolog. Unters. der Grundproben des Sees Glubokoje. — L. c. 1913. [Russisch, D. R.]
- JENTZSCH, ALFRED, Entwurf einer Anleitung zur Seenuntersuchung bei der Karten-Aufnahme der Geolog. Landesanstalt. — Abh. der K. Preuss. Geolog. Landesanstalt N. F. H. 48. Berlin 1912.
- KNAUTHE, K., Das Süßwasser. — Neudamm 1907.
- KOLKWITZ, R., Entnahme- und Beobachtungsinstrumente für biologische Wasseruntersuchungen. — Mitt. aus der Königl. Prüf.-Anstalt f. Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin. H. 9. Berlin 1907.
- , Über die Planktonproduktion der Gewässer, erläutert an Oscillatoria Agardhii Gom. — Landw. Jahrb., Berlin 1909.
- , Über schlammbildendes Plankton. — Festschrift f. Emil Uhle. Neudamm 1911 (a).
- , Über das Kammerplankton des Süßwassers und der Meere. — Berichte der Deutschen Botan. Ges. Berlin 1911 (b).
- , Über Plankton und Seston. — L. c. 1912.
- , Über die Ursachen der Planktonentwicklung im Lietzensee. — L. c. 1914 (a).
- , Pflanzenphysiologie. — Jena 1914 (b).
- KRÜMMEL, O., Handbuch der Ozeanographie II. A. — Stuttgart 1907.
- LAGERHEIM, G., Untersuchungen über fossile Algen I, II. — Geol. Fören:s Förh. Band 24. Stockholm 1902.
- LEMMERMANN, E., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen XVI. Phytoplankton von Sandhem, Schweden. — Bot. Not. Lund 1903.
- , Das Plankton schwedischer Gewässer. — Arkiv för Botanik. Bd. II. Stockholm 1904.
- , Algen I: Schizophyceen, Flagellaten, Peridineen. In Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. — Leipzig 1910.
- LEVANDER, K. M., Zur Kenntnis der Fauna und Flora Finnischer Binnenseen. — Acta Soc. pro flora et fauna fennica. XIX. Helsingfors 1900.
- LINDNER, P., Die Schattenbildphotographie mit parallelem Licht und ihre Anwendung in der Botanik. — Ber. der Deutschen Bot. Ges. Berlin 1914.
- LOHMANN, H., Über die Beziehungen zwischen den pelagischen Ablagerungen und dem Plankton des Meeres. — Int. Revue der Hydrologie. Band I. — Leipzig 1908—1909.
- LUNDBERG, CH., Om Växjö stads avloppsförhållanden och rening av dess spillvatten. — Hygien. Tidskrift, Stockholm 1914. [Über die Abwasserverhältnisse der Stadt Växjö.]

- MOLISCH, H., Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. — Jena 1892.
- , Mikrochemie der Pflanzen. — Jena 1913.
- MURRAY, JOHN, and RENARD, A. F., Report on deep-sea deposits based on the specimens collected during the voyage of H. M. S. Challenger in the years 1873—1876. — Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger. Edinburgh 1891.
- MÜLLER, P. E., Studien über die natürl. Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. — Berlin 1887.
- NAUMANN, EINAR, Nannoplanktoniska cyclotellerisysdsvenska insjöar som en viktig faktor i planktons näringsbiologi. — Bot. Not. Lund 1912. (Über die Nannoplanktoncyclotellen der südschwedischen Gewässer in ihrer Beziehung zur Ernährung des Entomostracéenplanktons.) [D. R.]
- , Über die Mikrophotographie auf Gaslichtpapiere in negativen Bildern. — Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. Band 31, 1914. Leipzig 1915 (a).
- , Über das Mikrophotographieren mit Gaslichtpapieren in direkt positivem Bild. — L. c., Leipzig 1915 (b).
- , Om provtagning av bottengyttjor vid djuplodning. — S. G. U., Årsbok 1915, Stockholm 1916 (a). [Über die Technik der Probenentnahme der limnischen Ablagerungen bei Lotungen. D. R.]
- , Eine einfache Methode zum Studium des Nannoplanktonlebens des Süßwassers. — Naturw. Wochenschr. Jena 1916 (b).
- , Fotografering utan kamera och plåtar. Några enkla fotografiska avbildningsmetoder och deras tillämpning. — Lund, Verlag C. W. K. Gleerup 1917. [Praktikum der einfachsten photographischen Abbildungsmethoden.]
- NORDQVIST, OSC., Fiskushållning. [Fischerei-Wirtschaft.] — Särtryck ur Ekonomiska Studier, tillägnade Marcus Wallenberg. Stockholm 1914.
- NORDSTEDT, C. F. O., Index Desmidiacearum. — Berolini 1896. Nebst Supplementum, Berolini 1908.
- ODÉN, SV., Die Humussäuren und die Bodenazidität. Einige kritische Betrachtungen. — Internationale Mitteilungen für Bodenkunde. Band VI. 1916.
- OSTENFELD, C. H., and WESENBERG-LUND, C., A regular fortnightly exploration of the plankton of the two Icelandic lakes, Thingvallavatn and Myvatn. — Proc. of the Roy Soc. of Edinburgh. Vol. XXV. Part. II. 1906.
- PASSARGE, S., Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lycken, Uckermark. — Jahrb. der Königl. Preuss. Geolog. Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin. 1901.
- PETERSEN, C. G. JOH., and JENSEN, P. BOYSEN, Havets Bonitering I. — Beretning till Landbrugsministeriet fra den Danske Biolog. Station. XX. Kjöbenhavn 1911. [Über die Bonitierung des Meeres.]
- PHILIPPI, E., Über das Problem der Schichtung und über Schichtbildung am Boden der heutigen Meere. — Zeitschr. der Deutschen Geol. Ges. 60. Bd. 1908.
- , Die Grundproben der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. — Deutsche Südpolar-Exp., II. Band. Berlin 1912.
- VON POST, HAMPUS, Kort beskrifning om medlersta Sveriges jordmånar. — Samling af upplysningar och underrättelser för landthushållare inom Westmanlands län. Årg. 6. H. 4. Westerås 1855. [Kurze Beschreibung der Bodenbeschaffenheit Mittelschwedens.]
- , Resultater af en undersökning utaf gyttja, dy, torf och mylla, samt deras hufvudbeståndsdelar. — Öfvers. af K. Sv. Vet.-Akad:s förhandlingar. XVII. Årg., 1860. Stockholm 1861. [Über die Ergebnisse einer Untersuchung von Gytja, Dy, Torf und Mull.]
- , Studier öfver nutidens koprogena jordbildningar, gyttja, dy, torf och mylla. K. Sv. V. A:s Handlingar. Bd 4. N:o 1. — Stockholm 1862. [Über die koprogenen Bildungen der Jetztzeit; vergl. die Übersetzung RAMANN's l. c. 1888.]
- , The formation of peat-mosses. — Bull. Geolog. Inst. Upsala. Bd 1. Upsala 1892—1893. [Referat eines Vortrags.]
- VON POST, LENNART, Stratigraphische Studien über einige Torfmoore in Närke. — Geolog. Fören:s förh. Band 31. Stockholm 1909.
- POTONIE, H., Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Band I: Die Sapropelite. — Abh. der k. Preuss. Geolog. Landesanstalt. Berlin 1908, Band II—Band III: Die Humusbildungen und die Liptobiolithe. L. c. 1911 und 1912.
- , Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. — V. A. Berlin 1910.
- RAMANN, E., Die v. Post'schen Arbeiten über Schlamm, Moor, Torf und Humus. — Landw. Jahrb. Berlin 1888.
- , Organogene Ablagerungen der Jetztzeit. — Neues Jahrbuch f. Mineralogie. X. Beil.-Bd. Stuttgart 1895—96.
- , Einteilung und Benennung der Schlammablagerungen. — Zeitschr. der Deutschen Geol. Ges. 58. Bd. Berlin 1906.
- , Bodenkunde. — III. A. Berlin 1911.
- SANTESSON, H. och B., samt BLOMBERG, A., Beskrifning till karta öfver berggrunden inom de malmförande trakterna i norra delen af Örebro län. I. Allmän geologisk beskrifning. Med karta. — S. G. U., Ser. B. b. N:o 3. Stockholm 1883. [Geolog. Beschreibung u. a. des Kloten-Gebietes.]

- SCHIEMENZ, P., Ein Schlammbohrer. — Zeitschr. f. Fischerei. Band X. Berlin 1903.
- SCHRÖTER C., und KIRCHNER, O., Die Vegetation des Bodensees. — Lindau i. B. 1896—1902.
- SONDÉN, KLAS, Anteckningar rörande svenska vattendrag. I—II. [Dikningslagkommittéens utredningar.] — Stockholm 1914. [Hydrographisch-chemische Mitteilungen über schwedische Gewässer.]
- STEUER, A., Planktonkunde. Leipzig und Berlin 1910.
- TEILING, E., En kaledonisk Fytoplanktonformation. — Svensk Botan. Tidskrift. Band 10. Stockholm 1916. [Über eine kaledonische Fytoplanktonformation.]
- TRYBOM, F., A collection of bottom samples from swedish lakes in different parts of the country. — Appendix to the special catalogue of the great Int. Fish. Exh., London 1883. — Stockholm 1883.
- , Bottenprof från svenska insjöar. — Geolog. Fören:s Förh. Bd X. Stockholm 1889. [Untersuchungen über Bodenproben schwedischer Gewässer. — Die Abhandlung von 1883 stellt eine ganz vorzügliche Resumé dieser Arbeit dar.]
- , Ringsjön i Malmöhus Län. — Stockholm 1893. [Eine fischereibiologische Seen-Beschreibung.]
- , Sjöarna Noen och Hvalen i Jönköpings län. — Norrköping 1895. [Eine fischereibiologische Seen-Beschreibung.]
- , Lygnern jemte Sundsjön, Stensjön och St. Svansjön. — Stockholm 1895. [Eine fischereibiologische Seen-Beschreibung.]
- , Sjön Bunn i Jönköpings län. — Norrköping 1886. [Eine fischereibiologische Seen-Beschreibung.]
- , Sjön Nömmen i Jönköpings län. — Stockholm 1899. [Eine fischereibiologische Seen-Beschreibung.]
- , Bexhedasjön, Norrasjön och Näsbysjön. — Norrköping 1901. [Eine fischereibiologische Seen-Beschreibung.]
- WALDVOGEL, T., Das Lauterkerried und der Lützelsee, ein Beitrag zur Landeskunde. — Vierteljahrsschrift der naturforsch. Ges. Zürich. Jahrg. XLV, 1900.
- WEBER, C. A., Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal im Memeldelta. — Berlin 1902.
- , Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. — Beibl. zu dem Bot. Jahrb. N:r 90. 1907.
- , Die wichtigsten Humus- und Torfarten und ihre Beteiligung an dem Aufbau norddeutscher Moore. — Festschrift zum Feiern des 25-jähr. Bestehens des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reich. — Berlin 1908.
- WESENBERG-LUND, C., Studier over Søkalk, Bønnemalm og Søgtje i danske Indsøer. — Kjøbenhavn 1901. [Über die Kalk-, Limonit- und Gytteablagerungen der dänischen Gewässer. — Mit engl. Resumé.]
- , Studier over de danske Søers Plankton. Specielle Del. — Kjøbenhavn 1904. [Das Plankton dänischer Binnengewässer. — Mit engl. Resumé.]
- , A comparative Study of the Lakes of Scotland and Denmark. — Proc. of the R. Soc. of Edinburg. Vol. XXV. 1905.
- , Plankton Investigations of the danish lakes. General Part. — Kjøbenhavn 1908.
- , Om limnologiens betydning for kvartærgeologien. — Geol. Fören:s Förh. Bd 31. Stockholm 1909. [Über die Bedeutung der Limnologie für Forschungen im Gebiet der Quartärgeologie.]
- , Grundtrækkene i Ferskvandsplanktonets Biologi og Geografi. — Ymer 1909. [Orientierende Darstellung der Limnoplanktonkunde. Deutsch u. a. in der Int. Revue der Hydrobiologie 1910 erschienen.]
- WEST, W. und G. S., Scottish fresh-water plankton. — Journ. Linn. Soc., Botany. XXV. London 1904.
- , A further contribution to the freshwater plankton of the Scottish Lochs. — Transact. Roy. Soc. Edinburgh XLI. 1905.
- , A comparative Study of the Plankton of some Irish Lakes. — R. Ir. Acad., Transact., Vol. XXXIII. Dublin 1906.
- , The British fresh-water phytoplankton, with special reference to the Desmid-plankton and the distribution of the british Desmids. — Proc. R. Soc. of London. Ser. B. Vol. LXXXI. London 1909.
- , On the periodicity of the phytoplankton of some british lakes. — Journ. Linn. Soc. Botany. XL. London 1911—12.
- WILHELM, J., Plankton und Tripton. — Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Band XI. Stuttgart 1916.
- WILLE, N., Conjugatæ und Chlorophyceæ. Nachträge zum I. Teil, 2. Abt. der Natürl. Pflanzenfam. von Engler. — Leipzig 1911.
- WOLLNY, E., Die Zersetzung der organ. Stoffe und die Humusbildungen mit Rücksicht auf die Bodenkultur. — Heidelberg 1897.
- ZENDER, J., Sur la composition chimique de l'eau et des vases des grands lacs de Suisse. — Thèse, Genève 1908.

Innehållsöfversikt.

	Sid.
Inledning	3
Allmän del.	
I. Undersökningsplan	5
II. Undersökningarnas allmänna och tekniska förutsättningar:	
1. Fältarbetet. — Arbetsmetoder, terminologiska utredningar	6
2. Laboriearbetet. — Arbetsmetoder, terminologiska utredningar	19
Speciell del.	
I. Klotenområdet.	
1. Läge och beskaffenhet; systematiska förutsättningar	55
2. De undersökta sjöarna:	
Hemtjärn	57
Lilla Hyttjärn	59
Stora Hyttjärn	60
Oxögat	61
Paska-Lampa	63
Säfvenästjärn	64
Väkka-Lampa	65
3. Fytoplankton typer i Klotens tjärnar. — Ökologisk-biologisk diskussion	68
4. Klotentjärnarnas plankton typer i deras egenskap af moderformation till den pelagiska regionens slambildningar	75
II. Anebodaområdet.	
1. Läge och beskaffenhet; systematiska förutsättningar	78
2. De undersökta sjöarna:	
Stråken	81
Barken	84
Bodarydsjön	86
Fiolen	87
Frejen	88
Grissjön	90
Förhultsjön	90
Hisshultsjön	91
Kalfven	93
Kopparn	93
Lamen	94

Lygnen	96
Norra Skärsjön	97
Södra Skärsjön	99
3. Fytoplankton typer i Anebodatraktens sjöar. — Ökologisk-biologisk diskussion	100
4. Anebodasjöarnas plankton typer i deras egenskap af moderformation till den pelagiska regionens slambildningar	103
Några allmänna och sammanfattande synpunkter	108
Resumé in deutscher Sprache	124
Litteratur	158
Innehållsöfversikt	162
Tafelerklärung	163

Erklärung der Tafelabbildungen.

[Tafel I—VII.]

Die Abbildungen der Tafel I stellen auf Gaslichtpapier in natürlicher Grösse gewonnene »Schattenbilder« dar. Sonst handelt es sich nur um mikrophotographische Aufnahmen, nach der gewöhnlichen Plattenmethode dargestellt.¹

Tafel 1.

Fig. I. Siebreste folgender Gewässer.

- a) Paska Lampa: Es dominieren die pflanzl. Gewebe-Fragmente, u. a. auch *Sphagnum*.
- b) Hemtjärn: Hauptsächlich Röhren.
- c) Förhultsjön: Röhrenfragmente.
- d) Grissjön: Schlammrest aus Ballen.

Aufnahme nach in Glasschalen mit Wasser verteiltem Material.

Fig. II. Siebreste folgender Gewässer.

- a) Lilla Hyttjärn: Hauptsächlich Röhren.
- b) Hemtjärn: Hauptsächlich Röhren.
- c) Stora Hyttjärn: Die *Sphagnum*-Fragmente decken alles.
- d) Södra Skärsjön, litoral: Es dominieren die Fragmente pflanzl. Gewebe.
- e) Förhultsjön: Röhrenfragmente.

Aufnahme nach Objektträgerpräparaten in Wasser—Glyzerin.

Fig. III. Schlammreste folgenden Schlammproben.

- a) Hemtjärn: Röhren u. s. w.
- b) Klotensjön: Es dominieren die Ballen, darunter auch einige Röhren.
- c) Barken: Ballen, Röhrenfragmente.
- d) Bodarydsjön: Ballen, Röhrenfragmente.
- e) Grissjön: Reiner Ballentypus.

Aufnahme wie fig. II.

Tafel 2.

- Fig. I. Hemtjärn. Oberflächl. Dygyttja. — Trockenpräparat. $\times 500$.
 » II. Lilla Hyttjärn. Oberflächl. Dygyttja. — Trockenpräparat. $\times 500$.
 » III. » » Tiefen- » — » $\times 500$.
 » IV. » » Oberflächl. » — Kanadabalsampräparat. $\times 500$.

¹ Wenn nichts anderes bemerkt, handelt es sich hier stets um die Ablagerungen der pelagischen Region.

Tafel 3.

- Fig. I. Stora Hyttjärn. — Planktonformation aus *Dinobryon bavaricum*. Trockenpräparat. $\times 100$.
 » II. Oxögat. — Planktonformation aus *Mallomonas caudata* $^{16}/_9$ 1914. Trockenpräparat. $\times 100$.
 » III. Stora Hyttjärn. — Planktonformation aus *Mallomonas caudata* $^{11}/_9$ 1914. Trocken-
 Präparat. $\times 500$.
 » IV. Oxögat. — Wie II, Trockenpräparat. $\times 500$.

Tafel 4.

- Fig. I. Paska Lampa. — Plankton aus *Anurea cochlearis* $^{20}/_8$ 1914. Präparat in Wasser. $\times 100$.
 » II. » — Planktonprobe $^{16}/_9$ 1914. Präparat in Wasser. $\times 100$.
 » III. » — Oberflächl. Dy. Trockenpräparat. $\times 500$.
 » IV. » — » Präparat in Wasser. $\times 100$.

Tafel 5.

- Fig. I. Oxögat. — Oberflächl. Dygyttja. Präparat in Wasser. $\times 100$.
 » II. Lygnen. — *Botryococcus*-Plankton $^{13}/_8$ 1915. — Präparat in Wasser. $\times 100$.
 » III. Väkka-Lampa. — *Botryococcus*-Kolonie der oberflächl. Dygyttja. Präparat in Wasser. $\times 500$.
 » IV. » — Oberflächl. Dygyttja. Kanadabalsampräparat. $\times 500$.

Tafel 6.

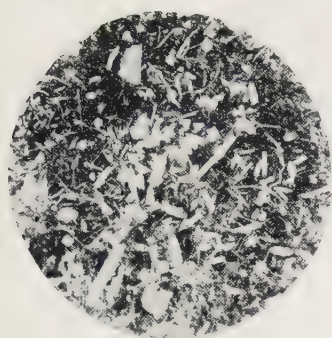
- Fig. I. Stråken. — Oberflächl. Dy. Trockenpräparat. $\times 500$.
 » II. » — Tiefen-Gyttja. Kanadabalsampräparat. $\times 500$.
 » III. Frejen. — Oberflächl. Dy. » $\times 500$.
 » IV. » — Tiefen-Gyttja. » $\times 500$.

Tafel 7.

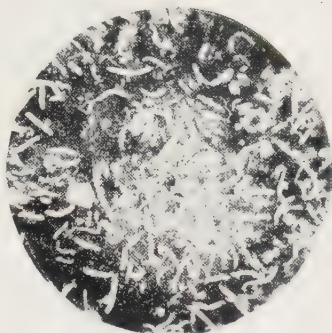
- Fig. I. Lygnen. — Oberflächl. Dy. Kanadabalsampräparat. $\times 500$.
 » II. » — Tiefen-Gyttja. » $\times 500$.
 » III. Lamen. — Oberflächl. Dygyttja. Trockenpräparat. $\times 500$.
 » IV. Norra Skärsjön. — Oberflächl. Dygyttja. Trockenpräparat. $\times 500$.

Tryckt den 14 maj 1917

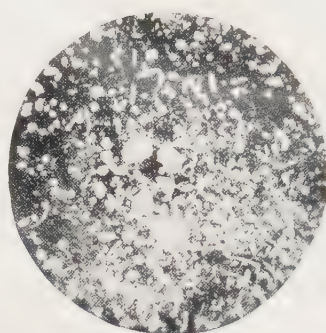
Uppsala 1917. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A. B.



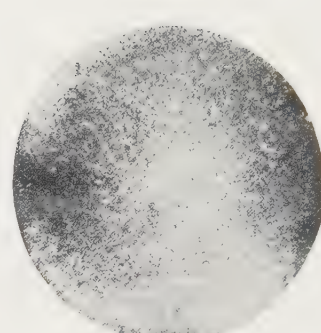
a



b

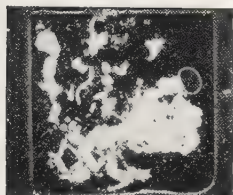


c

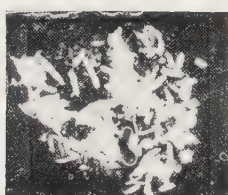


d

Fig. 1.



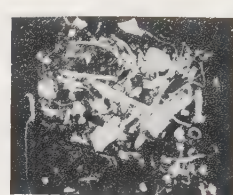
a



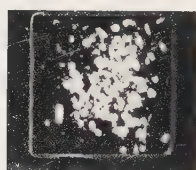
b



c

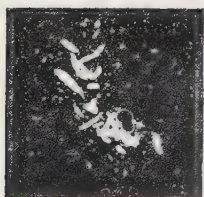


d

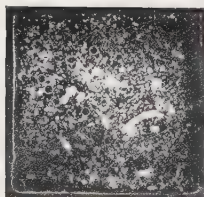


e

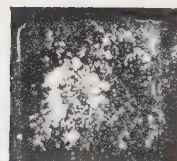
Fig. 2.



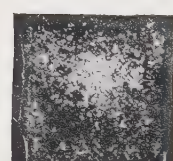
a



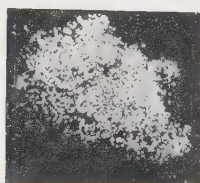
b



c



d



e

Fig. 3.

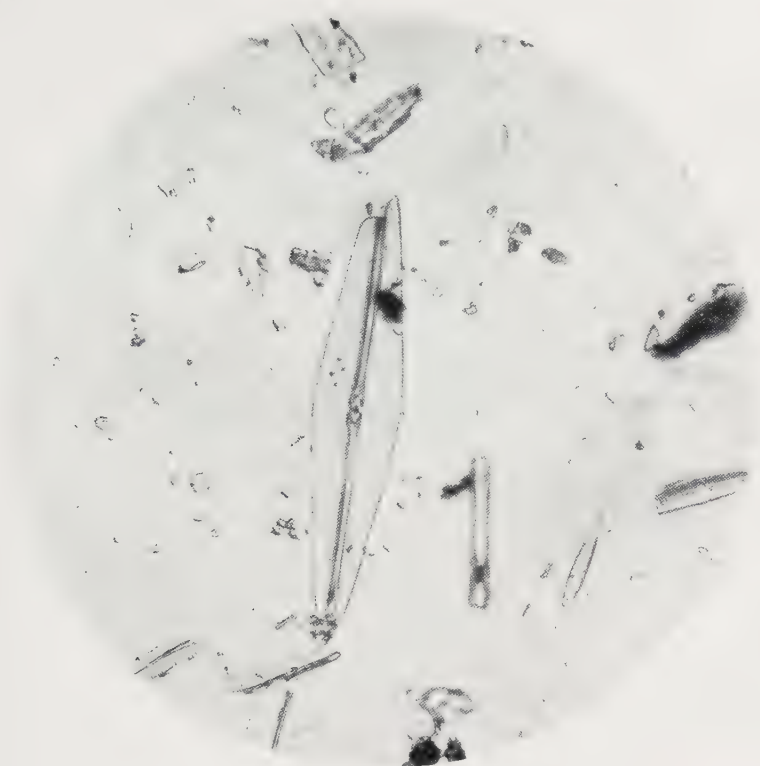


Fig. 1.

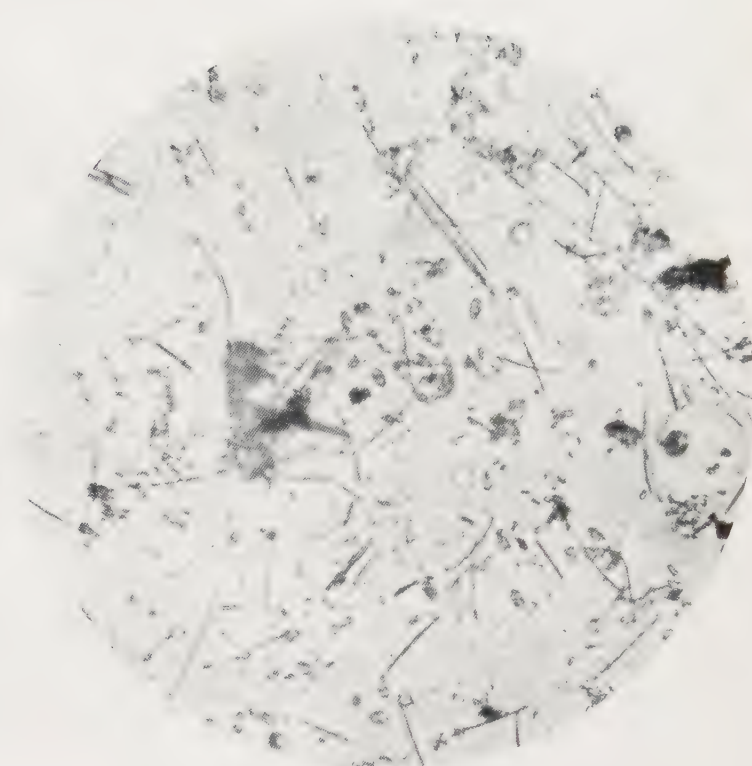


Fig. 2.

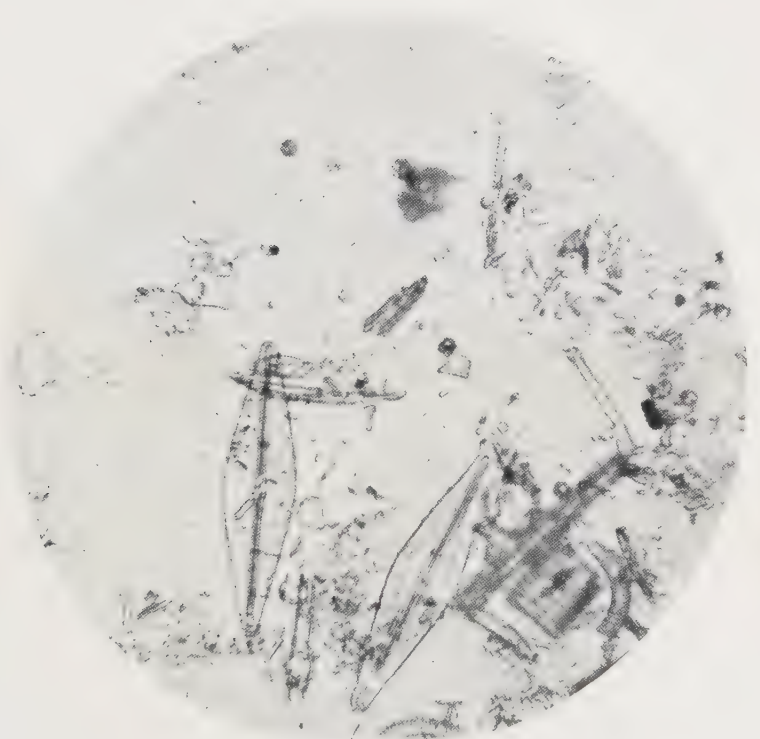


Fig. 3.



Fig. 4.

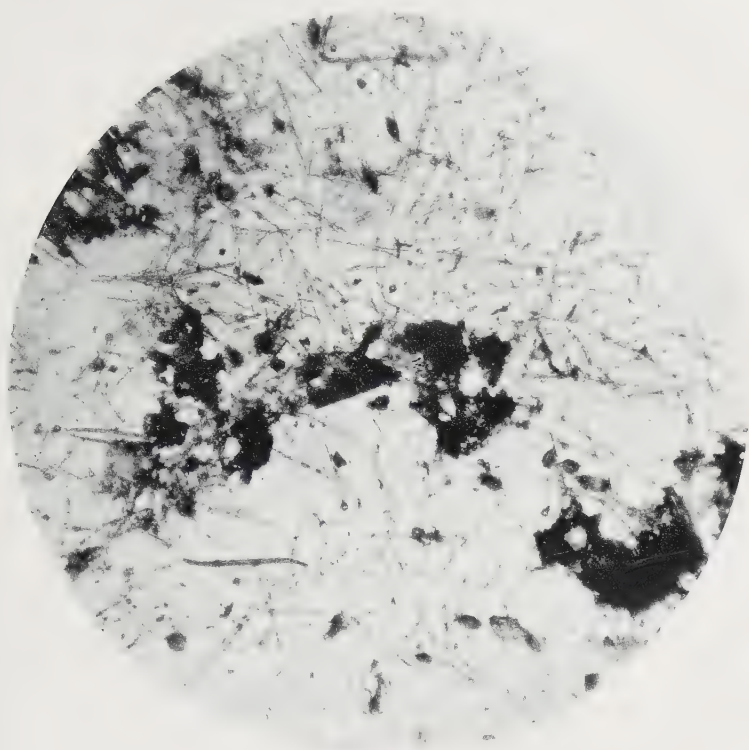


Fig. 1.

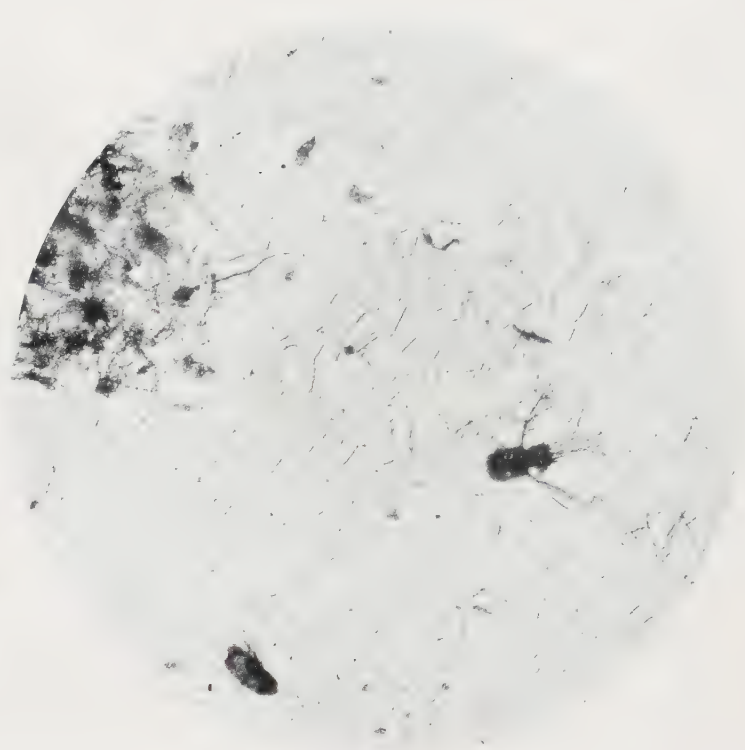


Fig. 2.

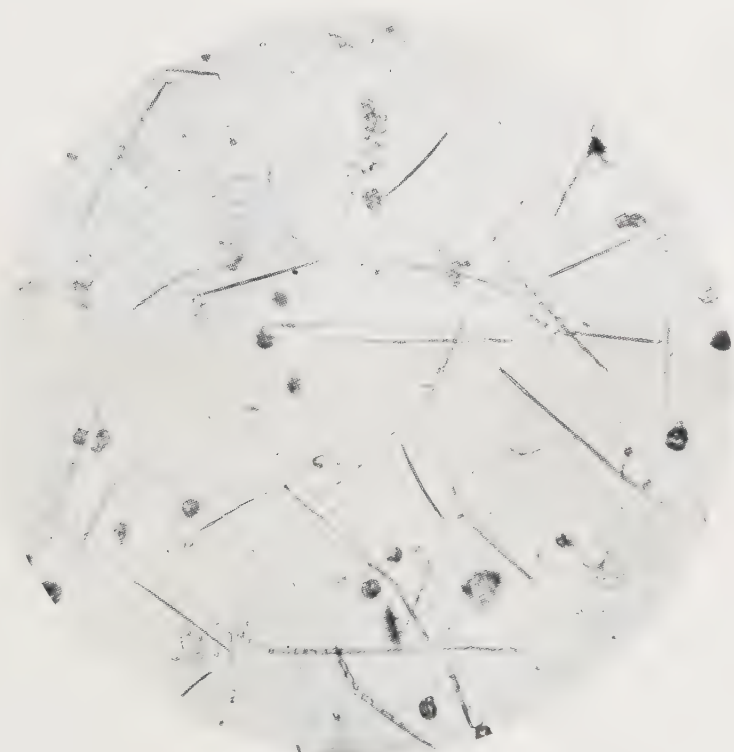


Fig. 3.

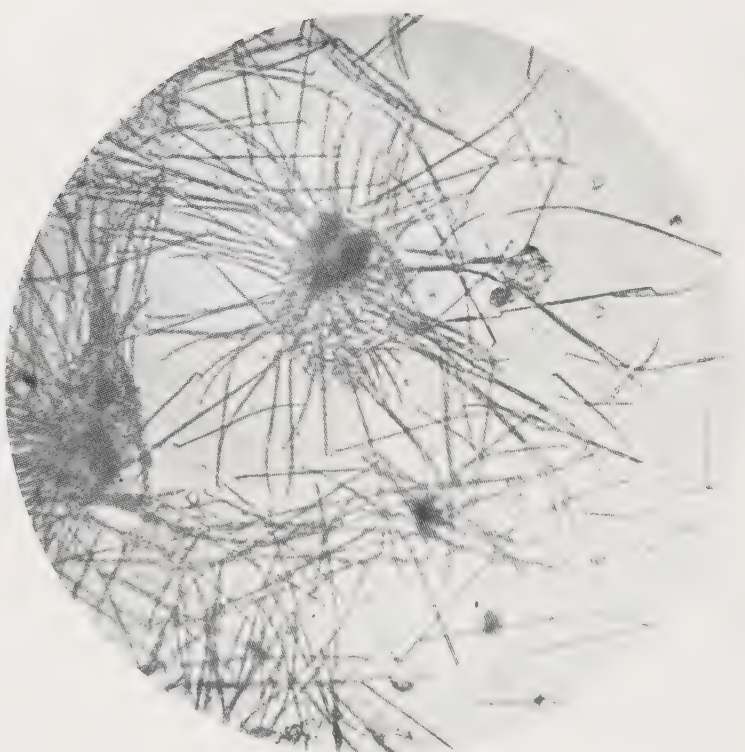


Fig. 4.

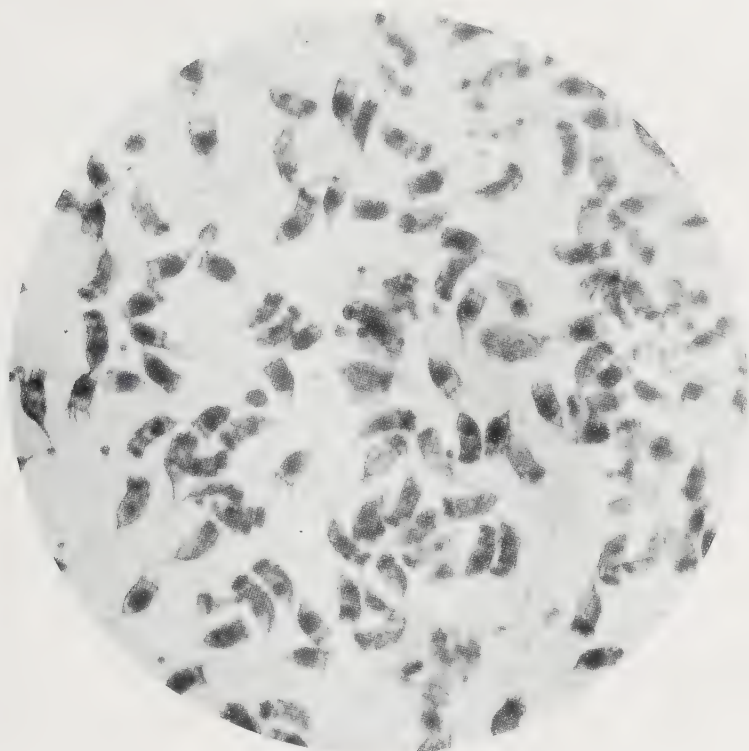


Fig. 1.

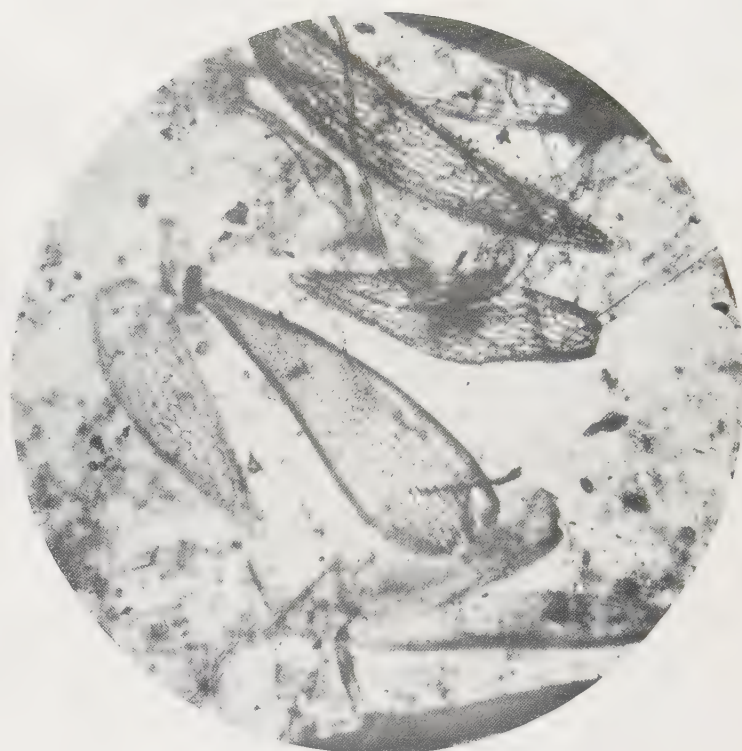


Fig. 2.

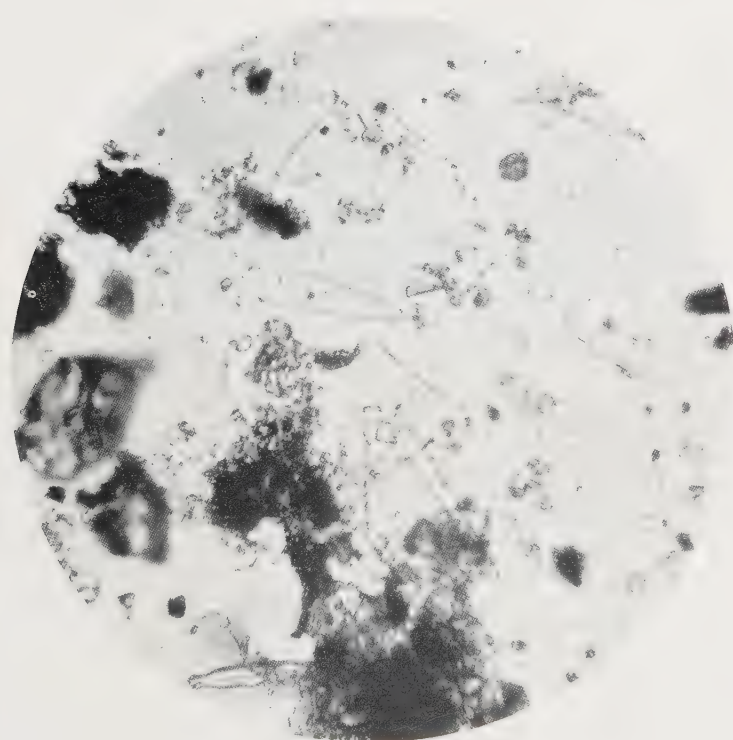


Fig. 3.

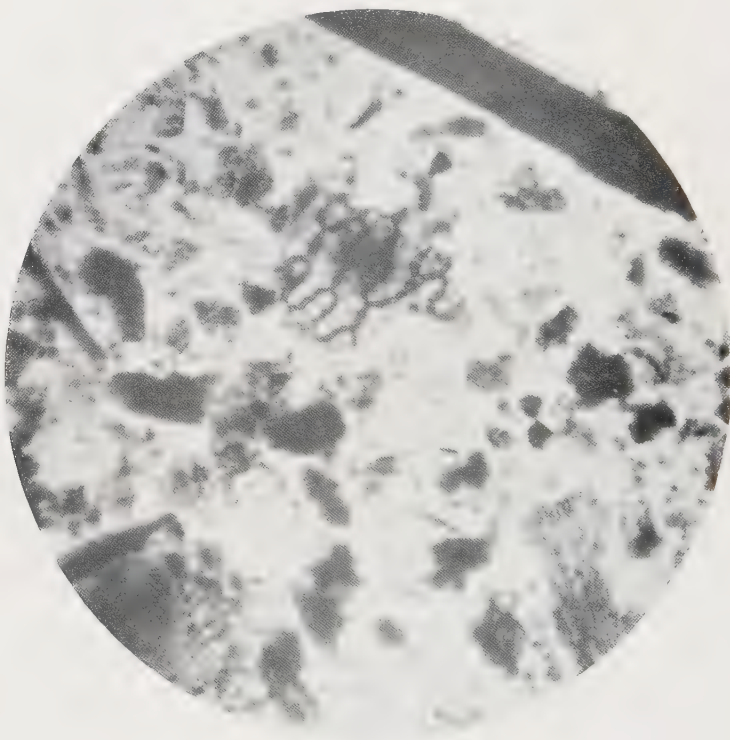


Fig. 4.

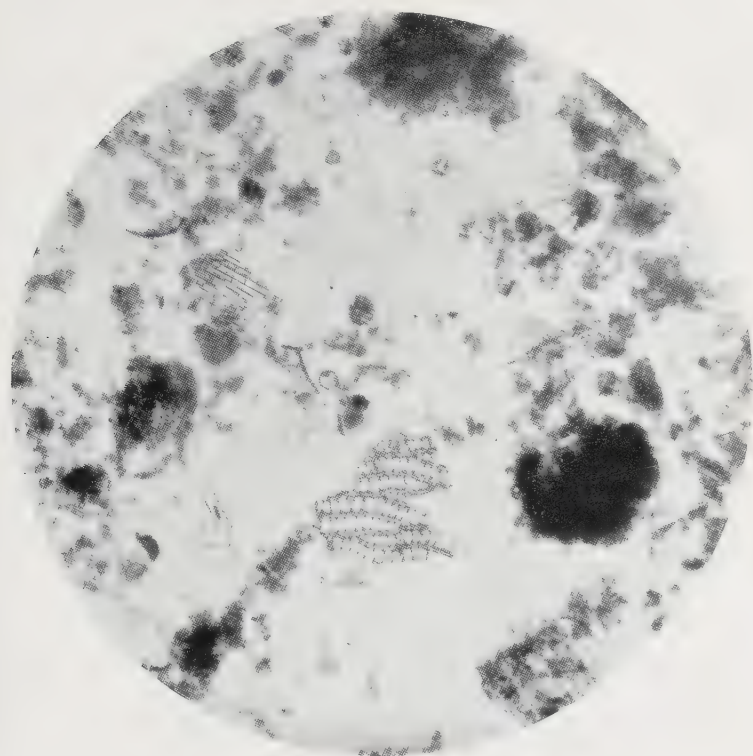


Fig. 1.

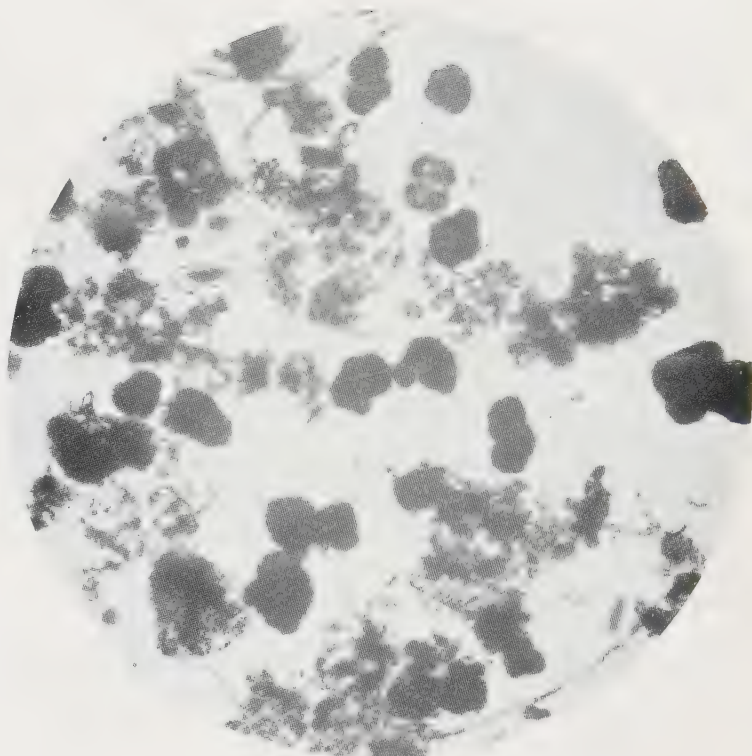


Fig. 2

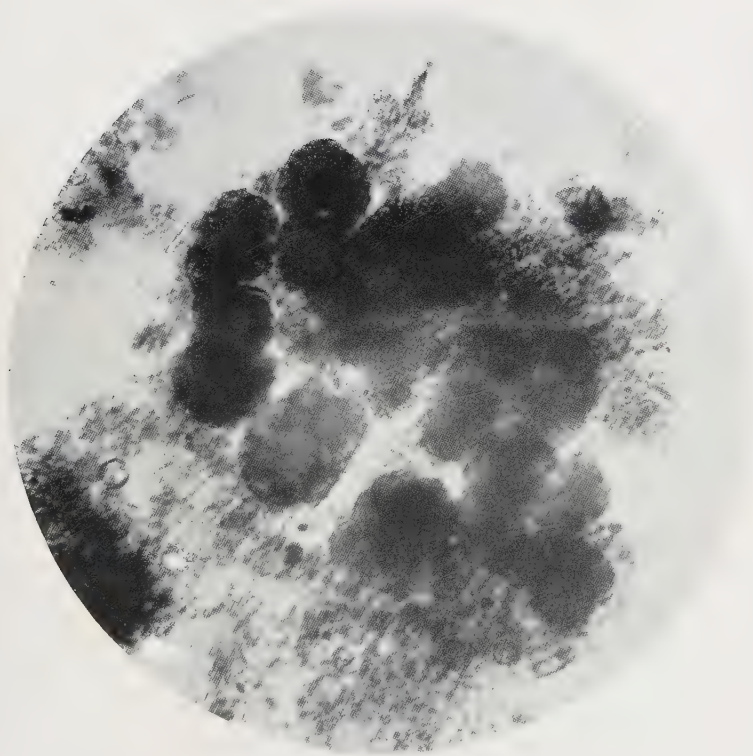


Fig. 3.

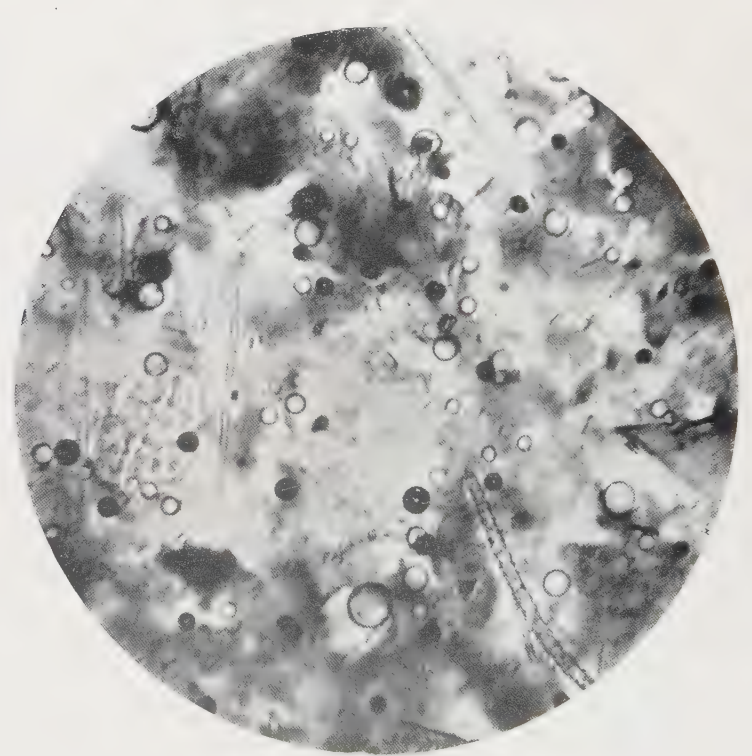


Fig. 4.

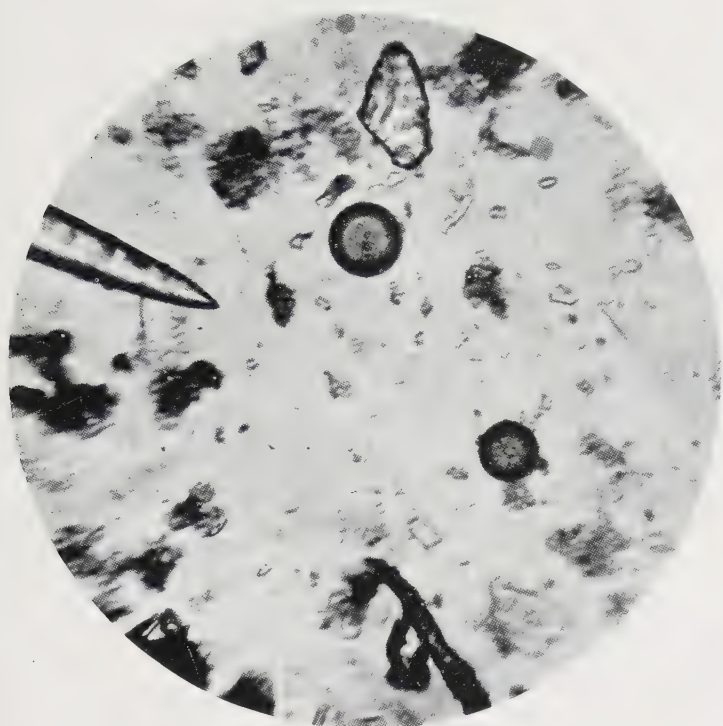


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

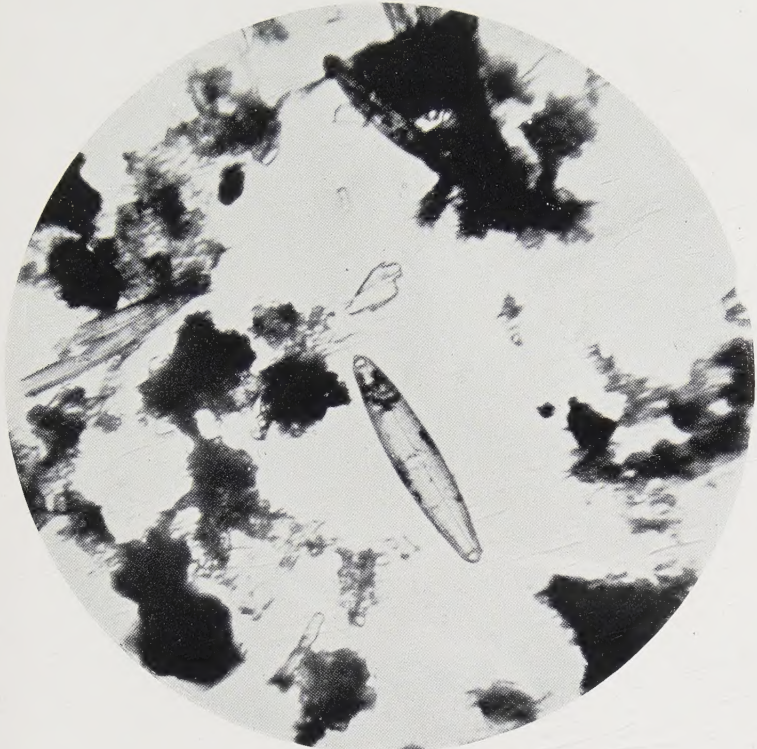


Fig. 1.

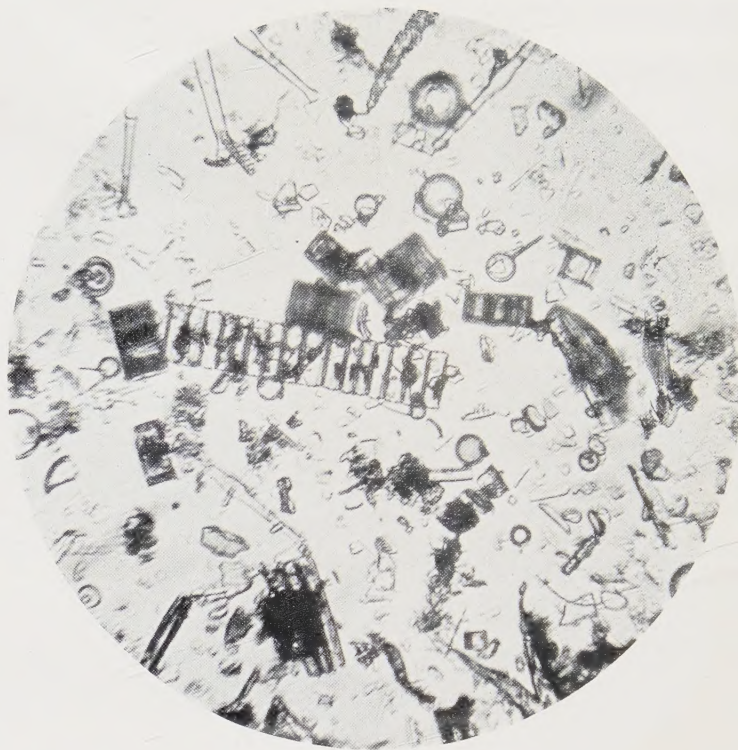


Fig. 2.

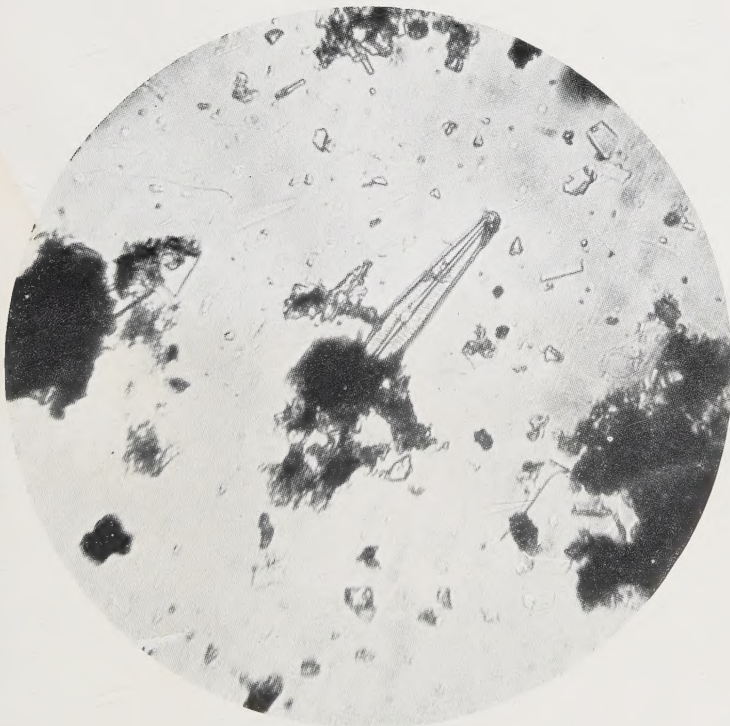


Fig. 3.

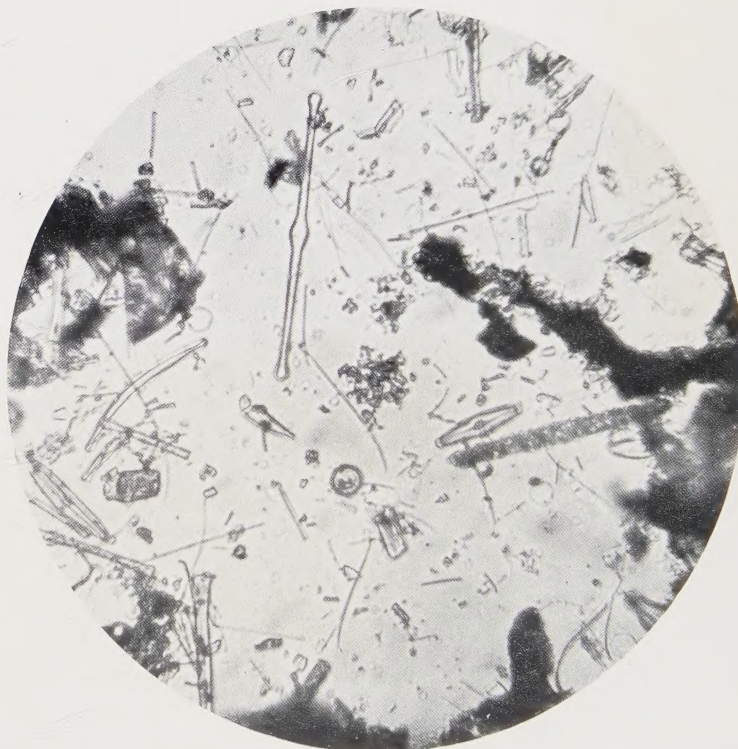


Fig. 4.

